

1071

II-23.401/1

M. Nestor

I. Scumpu

# Cartea

## sticlarului Fasonarea și finisarea sticlei



Ing. Mircea Nestor \* Ing. Ioan Scumpu

*Cartea*

---

**sticlarului**  
**Fasonarea și finisarea sticlei**

EDITURA TEHNICĂ — BUCUREȘTI, 1977



## Prefață

Sticla sub diferite forme este cunoscută din cele mai vechi timpuri. Datorită calităților sale ea continuă să rămână un material mereu în actualitate, cu utilizări multiple.

În țara noastră industria de prelucrare a sticlei are vechi tradiții, începuturile ei pierzându-se în trecutul îndepărtat al istoriei patriei noastre.

Pînă nu de mult, industria sticlei se rezuma la cîteva fabrici cu caracter meșteșugăresc. În ultimele decenii ale secolului nostru și cu deosebire în ultimii ani ea a cunoscut o dezvoltare deosebită, țara noastră ajungînd să se situeze astăzi printre țările cu o producție mare pe cap de locuitor, la nivelul marilor țări producătoare cu tradiție în această industrie.

Datorită atenției acordate de regimul nostru socialist, această industrie, paralel cu dezvoltarea producției fizice, a suferit un proces apreciabil de modernizare. La această acțiune de modernizare a contribuit achiziționarea de utilaje din străinătate, dar factorul determinat a fost valorificarea eforturilor de cercetare tehnologică proprie, aplicate în industrie.

Acest nivel tehnic al producției noastre se oglindește și în faptul că din totalul producției fizice fabricate, o parte însemnată este destinată exportului în forme foarte diferite în cele mai diverse țări ale globului.

În actualul cincinal se ridică în fața acestei ramuri a economiei naționale noi sarcini deosebit de dificile. Paralel cu creșterea continuă a producției, trebuie asimilate o serie de noi tehnologii de vîrf, cu grad ridicat de complexitate.

Prezenta lucrare, apărută după o perioadă îndelungată de timp în care nu s-a publicat decît foarte puțin în acest domeniu, se adre-

sează cadrelor ce lucrează în această frumoasă industrie. În ea se prezintă tehnica prelucrării sticlei în țara noastră și pe plan mondial, ajungând uneori la un grad mai ridicat de detaliere, în dorința de a fi utilă unei categorii cât mai mari de cititori interesați în diferitele probleme ale prelucrării sticlei.

Prezentarea materialului se face în 16 capitole, dintre care 6 capitole se ocupă de producția de sticlărie de menaj și ambalaj, 7 capitole se ocupă de sticla plană, un capitol este destinat problemelor care se ridică în fabricarea firelor și vatei de sticlă, iar un capitol este afectat problemelor privind controlul de calitate al produselor și tehnica securității muncii la principalele operații care au loc în prelucrarea sticlei.

După o scurtă prezentare a metodelor manuale de fasonare se arată detaliat principalele procedee și mașini automate utilizate în industria sticlăriei, insistându-se cu deosebire asupra ultimelor tipuri de mașini și utilaje moderne. Sticla tehnică, produs de mare actualitate, este prezentată într-un capitol separat. În domeniul sticlei de construcții, lucrarea, în afara procedeelor cunoscute și generalizate, prezintă o serie de tehnici moderne de o deosebită actualitate ca fabricarea geamurilor șlefuite, a geamurilor de securitate și a geamurilor termoizolatoare.

Axată pe satisfacerea în perspectivă a cadrelor din această industrie, ținând seama de faptul că în actualul plan cincinal se vor introduce noi tehnologii de prelucrare perfecționate, de cel mai înalt nivel, cartea de față, în scopul de a fi utilă tuturor cadrelor care lucrează și vor lucra în acest domeniu, expune separat metodele și utilajele folosite la aceste fabricații. În acest sens sînt prezentate metodele de fasonare utilizate în fabricarea sticlelor optice și a geamurilor șlefuite pe baie de metal topit (float-glass).

Obținerea firelor de sticlă, tehnologie de mare perspectivă, care se va dezvolta în viitorul apropiat, comportînd un grad de finețe și dificultate este prezentată distinct și detaliat.

Autorii vor fi foarte mulțumiți dacă cei care activează în această ramură vor găsi în lucrare un ajutor în elucidarea problemelor ce îi preocupă și orice sugestie care ar putea duce la îmbunătățirea ei va fi binevenită.

AUTORII



## Cuprins

Prefața . . . . .	3
<b>Capitolul 1. Fasonarea manuală a sticlei . . . . .</b>	<b>11</b>
1.1. Fasonarea prin suflarea la țevă . . . . .	11
1.1.1. Scule și dispozitive folosite la fasonarea sticlei prin suflare manuală . . . . .	11
1.1.2. Descrierea fazelor de fasonare a sticlei prin suflare la țevă . . . . .	16
1.1.3. Procedee speciale de fasonare decorativă . . . . .	19
1.1.4. Defecte mai frecvente ce se pot produce la suflarea manuală. Cauzele și prevenirea lor . . . . .	23
1.1.5. Organizarea lucrului . . . . .	24
1.2. Fasonarea sticlei prin presare manuală . . . . .	25
1.2.1. Utilaje întrebuințate la presarea manuală . . . . .	25
1.2.2. Scule și dispozitive utilizate . . . . .	27
1.2.3. Modul de lucru la fasonarea produselor de sticlă prin presare . . . . .	28
1.2.4. Organizarea lucrului . . . . .	30
1.2.5. Defecte posibile la fabricarea articolelor prin presarea manuală. Cauzele și prevenirea lor . . . . .	31
<b>Capitolul 2. Fasonarea sticlei prin procedee semiautomate . . . . .</b>	<b>33</b>
2.1. Fasonarea la mașini semiautomate de suflat . . . . .	33
2.1.1. Scule utilizate . . . . .	34
2.1.2. Descrierea fazelor de lucru la suflarea sticlei cu mașini semiautomate . . . . .	35
2.1.3. Organizarea lucrului . . . . .	37
2.2. Fasonarea sticlei prin presare la prese semiautomate . . . . .	37
2.3. Defecte care apar la prelucrarea sticlei cu mașini semiautomate. Cauzele și prevenirea lor . . . . .	38

<b>Capitolul 3. Fasonarea sticlei la mașini automate .</b>	<b>40</b>
3.1. Generalități . . . . .	40
3.2. Criterii de clasificare a mașinilor automate. . . . .	40
3.3. Alimentarea mașinilor automate . . . . .	42
3.3.1. Alimentare prin culegătorul cu bilă . . . . .	42
3.3.2. Alimentare prin absorbție . . . . .	43
3.3.3. Alimentare prin fider cu picătură . . . . .	44
3.3.4. Alimentare prin bandă . . . . .	46
3.4. Mașini automate pentru butelii, flacoane și borcane . . . . .	46
3.4.1. Mașina Lynch A . . . . .	46
3.4.2. Mașina automată Roirant A 6 . . . . .	49
3.4.3. Mașina automată Lynch W.M.-10 . . . . .	51
3.4.4. Mașina automată de flacoane Pötting . . . . .	53
3.4.5. Mașina automată Schwartzk pff K.S.6 . . . . .	54
3.4.6. Mașina automată Putsch 23 . . . . .	55
3.4.7. Mașina automată Roirant R.7 . . . . .	57
3.4.8. Mașina automată Roirant S. 10 . . . . .	59
3.4.9. Mașina automată Lynch 44 . . . . .	60
3.4.10. Mașina automată I. S. Hartford . . . . .	60
3.5. Mașini automate pentru baloane mari . . . . .	67
2.5.1. Mașina automată B.B. 3 . . . . .	67
3.6. Mașini automate pentru articole cu pereți subțiri . . . . .	69
3.6.1. Mașina automată Westlake . . . . .	69
3.6.2. Mașina automată V.S. 24 . . . . .	70
3.6.3. Mașina Olivoto J.B. 16 . . . . .	70
3.6.4. Mașina Hartford 28 . . . . .	72
3.6.5. Mașina Corning . . . . .	74
3.7. Mașini automate pentru articole presate . . . . .	76
3.7.1. Mașina Lynch M.D.P. . . . .	76
3.8. Linie automată pentru pahare cu picior suflate . . . . .	78
3.9. Defecte ale produselor de sticlă obținute cu mașini automate. Cauzele și remedierea lor . . . . .	78 81
3.10. Tendințe și perspective în fasonarea automată a produselor de sticlă . . . . .	83
<b>Capitolul 4. Matrițe metalice pentru fasonarea produselor de sticlă . .</b>	<b>86</b>
4.1. Materiale pentru confecționarea matrițelor și prelucrarea lor	86
4.2. Ungerea (lubrifierea) matrițelor . . . . .	89
4.3. Răcirea matrițelor . . . . .	90
4.4. Întreținerea matrițelor . . . . .	90
4.5. Matrițe din aliaje neferoase . . . . .	92

<b>Capitolul 5. Finisarea produselor de sticlă . . .</b>	<b>94</b>
5.1. Decalotarea (tăierea) . . . . .	94
5.1.1. Decalotarea termică cu fiacără . . . . .	95
5.1.2. Decalotarea mecanică . . . . .	97
5.2. Șlefuirea . . . . .	97
5.2.1. Factorii care influențează viteza de șlefuire . . . . .	98
5.2.2. Materiale abrazive întrebuințate pentru șlefuire . . . . .	100
5.2.3. Șlefuirea pe șaiabă . . . . .	101
5.2.4. Rodarea . . . . .	102
5.2.5. Șlefuirea pe benzi abrazive . . . . .	102
5.3. Lustruirea . . . . .	104
5.3.1. Lustruirea mecanică . . . . .	104
5.3.2. Lustruirea termică . . . . .	105
5.4. Sculptarea (cizelarea) . . . . .	107
5.5. Perforarea . . . . .	110
5.6. Pictarea . . . . .	110
5.6.1. Pictarea cu emailuri . . . . .	111
5.6.2. Pictarea cu metale . . . . .	112
5.6.3. Pictarea prin cementare . . . . .	113
5.6.4. Metode pentru aplicarea decorului . . . . .	114
5.6.5. Arderea decorurilor pictate . . . . .	117
5.7. Prelucrarea chimică a suprafeței sticlei . . . . .	118
5.7.1. Gravarea chimică . . . . .	118
5.7.2. Matisarea chimică . . . . .	121
5.7.3. Lustruirea chimică . . . . .	122
5.8. Alte finisări ale articolelor de sticlă . . . . .	125
5.9. Defecte de finisare. Cauzele și prevenirea lor . . . . .	126
<b>Capitolul 6. Fasonarea și prelucrarea sticlei tehnice și speciale . . .</b>	<b>130</b>
6.1. Fabricarea tuburilor de sticlă . . . . .	130
6.1.1. Instalații de tragere verticală a tuburilor . . . . .	130
6.1.2. Instalații de tragere orizontală a tuburilor . . . . .	132
6.2. Fabricarea fiolelor . . . . .	133
6.3. Fabricarea termosurilor . . . . .	136
6.4. Fabricarea produselor vitroceram . . . . .	137
6.5. Fabricarea microbilelor . . . . .	137
6.6. Sticla-lubrifiant pentru temperaturi ridicate . . . . .	139
6.7. Fabricarea sticlei de nivel . . . . .	139
6.8. Fabricarea articolelor de laborator . . . . .	140
6.9. Fabricarea sticlei pentru dozimetria radiațiilor . . . . .	142
6.10. Fabricarea sticlei de cuarț și a sticlei vycor . . . . .	142
6.11. Fabricarea sticlei optice . . . . .	143

<b>Capitolul 7. Fasonarea și finisarea sticlei de construcții . . . . .</b>	<b>146</b>
7.1. Fasonarea prin tragere a sticlei plane . . . . .	146
7.1.1. Scurt istoric privind dezvoltarea producției de sticlă trasă . . . . .	146
7.1.2. Tragerea verticală a sticlei prin procedeul Fourcault . . . . .	147
7.1.3. Tragerea orizontală a sticlei după procedeul Colburn-Libbey-Owens . . . . .	158
7.1.4. Tragerea sticlei după procedeul fără debiteuză . . . . .	
<b>Capitolul 8. Fabricarea geamurilor laminate . . . . .</b>	<b>170</b>
8.1. Principiul de fabricație . . . . .	170
8.1.1. Scurt istoric al fabricației geamurilor laminate . . . . .	170
8.1.2. Produse fabricate prin laminare . . . . .	172
8.2. Utilaje și instalații folosite la fabricarea geamurilor laminate . . . . .	173
8.2.1. Turnarea și laminarea pe mese fixe . . . . .	173
8.2.2. Fabricarea geamurilor laminate pentru șlefuire . . . . .	173
8.2.3. Fabricarea geamurilor laminate ornamentale . . . . .	176
8.2.4. Fabricarea geamurilor laminate armate . . . . .	177
<b>Capitolul 9. Fabricarea geamurilor plane prin șlefuire și polizare . . . . .</b>	<b>181</b>
9.1. Generalități. Criterii de alegere a procedurii . . . . .	181
9.1.1. Șlefuirea și polizarea sticlei plane. Materiale folosite . . . . .	182
9.2. Tehnologia de șlefuire, factorii ce intervin în procesul de șlefuire. Principiile de dimensionare a instalațiilor de șlefuit . . . . .	188
9.2.1. Tipul abrazivului folosit și influența asupra regimului de șlefuire . . . . .	190
9.3. Tehnologia de polizare. Materiale folosite la polizare . . . . .	191
9.4. Instalații și utilaje folosite la fabricarea geamurilor șlefuite și polizate . . . . .	196
9.4.1. Instalații și utilaje individuale de șlefuire și polizare . . . . .	196
9.4.2. Instalații și utilaje pentru linii continue de șlefuire și polizare (conveiere) . . . . .	198
9.5. Elementele de calcul la instalațiile de șlefuire și polizare . . . . .	207
<b>Capitolul 10. Fabricarea geamului pe baie de metal topit. Procedeul float-glass . . . . .</b>	<b>211</b>
10.1. Generalități . . . . .	211
10.2. Principiile de fabricație. Bazele teoretice ale procedurii . . . . .	212
10.3. Liniile tehnologice de fabricat geamuri plane prin șlefuire pe metal topit . . . . .	216
10.3.1. Liniile tehnologice cu laminarea stratului de sticlă și deversarea lui pe baie de metal topit . . . . .	216
10.3.2. Liniile tehnologice de fabricație cu deversarea directă a sticlei pe baie de metal topit . . . . .	218

<b>Capitolul 11. Prelucrarea și finisarea sticlei plane . . . . .</b>	<b>226</b>
11.1. Generalități. Scopul prelucrării și finisării sticlei plane . . . . .	226
11.2. Tăierea sticlei plane . . . . .	226
11.2.1. Tăierea pe cale manuală . . . . .	226
11.2.2. Tăierea mecanizată a sticlei plane . . . . .	227
11.3. Găurirea sticlei plane . . . . .	228
11.3.1. Mașini pentru găurit sticla plană . . . . .	228
11.4. Prelucrarea marginilor la sticla plană . . . . .	229
11.4.1. Forme de prelucrare a marginilor . . . . .	229
11.4.2. Prelucrarea la mașini cu scule diamantate . . . . .	231
11.4.3. Mașini de prelucrat cant și fațetă la formate rectangulare (bizoutat) . . . . .	234
11.4.4. Mașini de prelucrat cant la formate cu forme variabile . . . . .	236
<b>Capitolul 12. Fabricarea geamurilor securizate . . . . .</b>	<b>238</b>
12.1. Generalități. Principii de fabricație. Clasificarea geamurilor securizate . . . . .	238
12.2. Fabricarea geamurilor securizate . . . . .	239
12.2.1. Fabricarea geamurilor securizate plane și curbe în poziție verticală . . . . .	240
12.2.2. Fabricarea geamurilor securizate plane și curbe în poziție orizontală . . . . .	241
12.3. Fabricarea geamurilor securizate de tip multistrat (triplex). . . . .	
<b>Capitolul 13. Fabricarea geamurilor dublu izolatoare . . . . .</b>	<b>246</b>
13.1. Principiile de fabricație . . . . .	246
13.2. Fabricarea geamurilor dublu izolatoare prin lipire . . . . .	248
13.2.1. Fabricarea geamurilor dublu izolatoare prin metalizare și sudură . . . . .	250
13.3. Fabricarea geamurilor dublu izolatoare prin lipire sticlă pe sticlă . . . . .	251
<b>Capitolul 14. Fabricarea oglinzilor . . . . .</b>	<b>253</b>
14.1. Principiile de fabricare a oglinzilor . . . . .	253
14.2. Instalații folosite la fabricarea oglinzilor . . . . .	254
14.2.1. Linii continue de fabricarea oglinzilor (vonveiere) . . . . .	254
14.2.2. Instalații discontinue de fabricare a oglinzilor . . . . .	257
<b>Capitolul 15. Fabricarea firelor și fibrelor din sticlă . . . . .</b>	<b>260</b>
15.1. Generalități. Descrierea procedeelor de fabricație . . . . .	260
15.2. Fabricarea firelor de sticlă din bile de sticlă . . . . .	262
15.2.1. Fabricarea firelor de sticlă din bile prin tragere continuă . . . . .	262
15.2.2. Fabricarea firelor de sticlă din bile prin procedeu firului discontinuu . . . . .	265



15.3. Producerea firelor de sticlă (vată) prin procedee centrifugale și mixte . . . . .	269
15.3.1. Producerea vatei prin centrifugare cu un disc . . .	269
15.3.2. Centrifugarea pe mașini cu discuri în trepte . .	269
15.3.3. Centrifugarea cu un disc în mediu gazos . . . .	271
15.3.4. Procedee mixte de fabricație . . . . .	272
<b>Capitolul 16. Controlul calității produselor, ambalarea și tehnica securi- tății muncii la fasonarea și prelucrarea sticlei . . .</b>	<b>274</b>
16.1. Controlul calității produselor . . . . .	274
16.2. Ambalarea . . . . .	275
16.3. Tehnica securității muncii la fasonarea și prelucrarea sticlei	278
Bibliografie . . . . .	279

## Fasonarea manuală a sticlei

### 1.1. Fasonarea prin suflare la țeavă

Articolele de sticlă obținute prin suflarea manuală sînt în general obiecte de uz casnic, folosite fie în scop practic, fie în scop decorativ.

Fasonarea sticlei la țeavă este metoda care nu necesită utilaje complicate pentru prelucrarea ei, dar cere din partea sticlarilor un efort fizic mare, în special pentru piesele voluminoase și grele, cum și o calificare profesională foarte ridicată, făcînd din fasonatorii articolelor complicate adevărați artiști în meserie.

Gama de produse care se pot executa cu această metodă se grupează, din punctul de vedere al modului de fasonare, în următoarele două categorii :

- produse suflate la țeavă, fără ajustări sau adăogiri ;
- produse suflate la țeavă care necesită o prelucrare la cald însoțită de adaosuri de sticlă sau ajustări.

Produsele din prima categorie sînt, în general, articole de uz casnic sau de uz industrial, care nu necesită o execuție deosebită, decît o suflare corectă prin care să se asigure o repartizare uniformă a topiturii de sticlă.

Grupa a doua de produse cuprinde, în general, articole cu un grad complex de prelucrare, la fasonarea cărora muncitorul sticlar intervine cu toată experiența și fantezia creatoare, spre a da articolului un aspect mai reușit, mai plăcut, mai artistic.

#### 1.1.1. Scule și dispozitive folosite la fasonarea sticlei prin suflare manuală

Fasonarea manuală a sticlei prin suflarea la țeavă necesită o serie de scule care se pot grupa în următoarele două categorii :

- scule principale din care fac parte țeava de suflat, lingura de fasonare și forma în care se suflă articolul ;

- scule secundare, din care fac parte :
- placa de netezire ;
- fierul de lipit ;
- foarfecele ;
- cleștele de talpă ;
- forma de optic ;
- dopul de lărgire a gurii ;
- întinzătorul ;
- fierul de început ;
- jgheabul de umezire ;
- lopățica de aplatizare.

**Scule principale.** Țeava de suflat este confecționată din oțel tras. Fiind solicitată la variații bruște de temperatură, cum și la acțiunea chimică a topiturii de sticlă, materialul din care este confecționată țeava trebuie să fie un oțel refractar și anticorrosiv, indicat în acest scop fiind oțelul aliat cu nichel, crom și vanadiu.

În general, la țeava de oțel carbon se sudează o bucată de țeavă de circa 30 cm din oțel aliat. Lungimea țevii este de 1,5—2 m, iar diametrul variază în funcție de mărimea articolului produs, astfel :

pentru pahare mici se utilizează țeavă cu	$\phi$ de 10 mm ;
pentru pahare de apă	$\phi$ de 14 mm ;
pentru câni	$\phi$ de 16—18 mm ;
pentru borcane	$\phi$ de 20 mm ;
pentru baloane	$\phi$ de 25 mm.

Grosimea peretelui țevii variază tot în funcție de mărimea articolului ce se lucrează de la 2 la 5 mm.

Capătul țevii prin care se face suflarea cu gura, este îmbrăcat într-un manșon de lemn, cu care sticlărul manipulează țeava în timpul lucrului.

O variantă a țevii de suflat este țeava cu clopot. Ea constă dintr-o țeavă obișnuită de suflat care are sudat la capătul pe care se culege priza de sticlă, un adaos de oțel refractar, în formă de clopot perforat și cu deschiderea mare în afară. Diametrul mare al clopotului variază între 20 și 50 mm.

Cu ajutorul acestei țevi se suprimă operația de formare a bășicii, articolul fiind executat din topitură culeasă direct pe clopot, care are rolul de a asigura repartizarea uniformă a sticlei pe circumferința obiectului. Aceste țevi se pot utiliza pentru suflarea paharelor și a altor articole de dimensiuni mici și mijlocii.

O completare a țevii de suflat o constituie dispozitivul de suflat, care permite înlocuirea suflatului cu gura prin suflarea aerului cu ajutorul unui compresor și care este utilizat la producerea articolelor mari .

Lingura de fasonare (fig. 1.1) este o altă sculă indispensabilă sticlărlui suflător. Cu ajutorul ei, acesta fasonază priza de sticlă culeasă pe țeava de suflat, dându-i o formă cilindrică, sferică, tron-

conică, după cum cere profilul final al articolului care se lucrează. La articolele mari (ex. baloane) unde priza de sticlă este voluminoasă, lingura de fasonare este înlocuită de așa-numitul moț.

Conturul regulat și bine profilat al articolelor suflate se poate obține numai prin suflarea lor într-o formă numită matriță, acestea

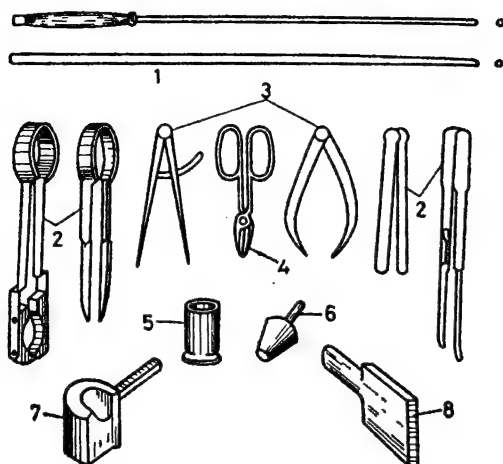


Fig. 1.1. Diferite scule folosite la fasonarea manuală a sticlei :

- 1 — țevi de suflat ; 2 — clește pentru gît și talpă ;  
3 — compasuri ; 4 — foarfece ; 5 — forma de optic ;  
6 — dopul de gură ; 7 — lingura de fasonare ;  
8 — lopățica de aplatizare.

fiind niște tipare a căror suprafață interioară reprezintă conturul exterior al produsului finit.

În prezent, matrițele utilizate pentru suflarea sticlei se confecționează din lemn sau metal. Calitatea produselor de sticlă suflate, depinde într-o mare măsură de calitatea matrițelor întrebuințate.

Matrițele din lemn se confecționează din următoarele esențe : fag, arin, plop sau tei. Lemnul trebuie să fie verde și lipsit de fibre pronunțate și noduri, acestea imprimînd neregularități pe suprafața sticlei.

Formele de lemn asigură produselor de sticlă un aspect exterior frumos, prin luciu și suprafață clară și transparentă. În afară de aceasta, matrițele de lemn se confecționează ușor și cu rapiditate, se manipulează fără eforturi, nu consumă topitura la încălzirea lor și mențin temperatura de prelucrare a sticlei, lemnul fiind rău conducător de căldură.

Pentru mărirea duratei lor de utilizare, pe muchiile de contact cu sticla, se fixează bucăți de sîrmă. În același scop, după ce forma a fost confecționată, armată cu sîrmă și controlată cu șablonul de carton (schnitul), se introduce într-un bazin cu apă circa 10—12 ore, pentru ca toată masa lemnului să se îmbibe cu apă și apoi se dă în lucru. De asemenea, în timpul lucrului, după fiecare suflare a produsului, se udă cu apă prin scufundare într-un rezervor.

Datorită arderii matrițele de lemn nu sînt utilizate decît la suflarea articolelor de serie mică, durata lor de lucru fiind în general de un schimb.

Matrițele metalice se execută în general din fontă, dar și din oțel aliat. Ca și cele de lemn, ele pot fi confecționate dintr-o singură bucată sau din două și chiar trei bucăți care se deschid cu ajutorul balamalelor (șarnierelor). Pentru evacuarea gazelor produse în timpul suflării produselor, ele sînt prevăzute cu mici canale.

Matrițele de metal sînt mai scumpe și nu asigură articolelor suflate o suprafață lisă și lucioasă ca cele de lemn, însă au o durată mare de lucru, putînd fi utilizate la 700—800 de schimburi, dacă sînt corect întrebuințate și bine întreținute. Matrițele metalice se folosesc la suflarea articolelor de serie mare, cum și la articolele care necesită toleranțe mici de execuție.

Asupra acestor matrițe vom mai reveni.

**Scule secundare.** Placa de netezire este o placă de fontă cu dimensiunile de circa 60/40 cm sau mai mare, așezată pe un suport, în apropierea gurii de lucru a cuptorului. Pe această placă se netezește priza de sticlă, pentru a-i imprima o formă regulată, în general, conică.

Fierul de lipit este o vergea de fier cu dimensiunile asemănătoare țevii de suflat. Se utilizează la lipirea articolelor de sticlă, care se desprind de țeava de suflat, în scopul fasonării lor ulterioare prin ajustări sau adăogiri.

Foarfecele (fig. 1.1.) este scula de lucru folosită în timpul fasonării obiectului de sticlă la tăierea marginilor sau a capetelor de sticlă. Se deosebesc două feluri de foarfece și anume :

— foarfece cu lama întreagă care se folosesc la tăierea marginilor articolului de sticlă, în scopul de a-i da o formă mai aspectuoasă ;

— foarfece pentru tăierea capetelor de baghete de sticlă. Acestea au pe lungimea lamei o creștătură în formă de V, în scopul de a prinde bagheta de sticlă în timpul tăierii spre a nu o deforma ;



— cleștele de talpă (fig. 1.1.) sau plușarul este scula cu ajutorul căreia se fășonează talpa lipită a articolelor de sticlă, dînd acesteia forma rotundă cu suprafață perfect plană, în vederea asigurării echilibrului stabil. Este format dintr-o bucată de fier în formă de U cu virfurile ascuțite în care se introduc plăcile de lemn ce au scobite pe fețele care se apropie conturul circumferinței tălpii.

Deschizătorul este un clește de tablă elastică, cu capetele libere rotunjite și ascuțite, putînd să se apropie cînd sînt strînse cu mîna și să se depărteze cînd sînt lăsate libere. Servește la deschiderea gurii produsului ;

— întinzătorul este un fier rotund cu diametrul de circa 10—12 mm și lungimea de circa 300 mm. Servește la îndreptarea sau curbarea sticlei adăugate la articolul care se fășonează, pentru a-i da acestuia profilul dorit ;

— fierul de început servește la culegerea prizei de sticlă care se adaugă în timpul fasonării sub formă de picior, talpă, mîner etc. obiectului suflat.

Sculele descrise mai înainte, sînt cele mai utilizate de sticlărușii suflători la țevă, pentru fasonarea diverselor produse. În afară de acestea se mai folosesc mai rar și alte scule ce sîrvesc la imprimarea diferitelor contururi pe obiectele de sticlă care se fășonează.

Întrucît o mare parte din produsele suflate la țevă au nevoie de adăugiri sau ajustări și cum acestea nu se pot executa decît pe sticla plastică, rezultă necesitatea reîncălzirii articolelor în timpul lucrului. Această reîncălzire se face în niște cuptoare mici numite și „tobe“ sau „trommele“. Un astfel de cuptoraș de reîncălzire are o formă cilindrică cu diametrul interior de 40—60 cm sau dreptunghiulară, putînd fi deschis la ambele capete.

Lîngă cuptorașul de reîncălzire se află banca de lucru (fig. 1.3) (scaunul fasonatorului) pe care se găsesc sculele de lucru :

— forma de optic (v. fig. 1.1) servește la imprimarea dungilor optice pe articolul suflat, în vederea ridicării nivelului calitativ al produsului. Ea are o cavitate cu muchii metalice în relief în care se introduce priza de sticlă după presuflare ;

— jgheabul de umezire (fig. 1.2) este o cuvă metalică sau din lemn susținută pe un cadru metalic și prevăzută cu suporturi gen furcă pentru sprijinul țevii de suflat.

În timpul fasonării prizei de sticlă, suflătorul își umezește lingura de fasonare în apa din cuvă, sprijinindu-și țeava de suflat în suport.

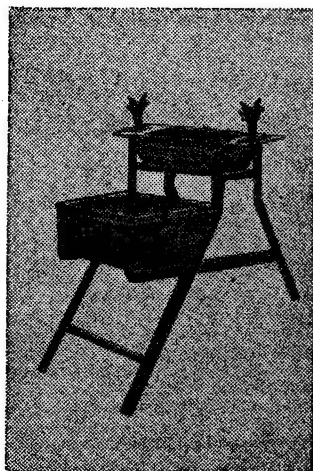


Fig. 1.2. Jgheabul de umezire.



Fig. 1.3. Banca de lucru a fasonatorului.

### 1.1.2. Descrierea fazelor de fasonare a sticlei prin suflare la țeavă

Operațiile de fasonare a produselor de sticlă prin suflare la țeavă se pot împărți în următoarele grupe :

- formarea bășicii ;
- repartizarea și presuflarea sticlei ;
- suflarea definitivă ;
- ajustări și adaosuri de sticlă.

Se precizează că la produse mai simple, care nu necesită ajustări și adaosuri de sticlă, ultima grupă de operații nu se mai execută. De asemenea, când se întrebunează la suflat țeava cu clopot, nu se mai execută prima grupă de operații, culegându-se priza de sticlă direct pentru presuflare.

**Formarea bășicii.** Cu ajutorul țevii de suflat pregătite, se culege din cuptor o cantitate de topitură de sticlă, care după desprindere se rulează pe placa de netezire, dându-i-se un format tronconic și răcindu-se pînă la viscozitatea necesară suflării. După aceasta, se suflă de trei-patru ori prin țeavă, obținîndu-se o bășică sferică, a cărei mărime variază după cantitatea de sticlă culeasă din cuptor.

Pentru a obține o bășică bună, lucrătorul va respecta următoarele indicații :

— culegerea prizei de sticlă nu se va face din imediata apropiere a peretelui cuptorului, deoarece acolo topitura este mai neomogenă și mai impurificată ;

— înainte de începerea lucrului se va curăți bine gura de lucru, cum și suprafața topiturii din zona de culegere a prizei ;

— culegerea prizei va începe de fiecare dată în partea dreaptă, iar desprinderea și lăsarea firului se va face în partea stîngă, pentru că acolo unde se lasă firul topitura de sticlă este neomogenă din punct de vedere termic ;

— la introducerea țevii în gura de lucru se va ține capătul țevii cîteva secunde pe suprafața topiturii pentru eliminarea bulelor de aer antrenate ;

— tot timpul țeava cu priză se va roti, pentru a se obține perețele bășicii de grosime uniformă ;

— în atmosfera de lucru și pe placa de netezire să nu fie praf, întrucît acesta se depune pe bășică, formînd bule în produsul finit ;

— țeava cu bășică se va agăța în rastel numai după ce bășica a primit o culoare gălbuie, indiciu că sticla este suficient de vîscoasă și nu se va deforma.

**Repartizarea și presuflarea sticlei.** Pe bășica rigidizată se culege din cuptor o cantitate de sticlă, apreciată a fi necesară pentru produsul finit. Această priză se fasonează în lingura de lemn, dîndu-i-se o formă sferică, cilindrică, tronconică sau ovală, în funcție de forma produsului finit. Sticlarul suflă apoi intermitent priza de 3—4 ori, combinînd suflatul cu mișcări de rotire a țevii pentru a da prizei o formă simetrică, ridică țeava cu priza în sus pentru a subția fundul îngroșînd pereții laterali, întoarce țeava în jos și o pendulează pentru a-i da un format alungit etc. Prin combinarea cu măiestrie a acestui complex de mișcări, sticlarul obține o repartizare uniformă a masei de sticlă în pereții produsului.

**Suflarea definitivă a produsului.** După presuflarea prizei, balonul este introdus în matriță și suflat puternic, forțînd sticla să ia forma interioară a matriței. La produsele cilindrice, conice sau sferice, o dată cu suflarea se face și învîrtirea produsului în matriță, pentru a obține o cît mai bună uniformitate a pereților și netezirea suprafeței. Pentru produsele care necesită dungi optice, balonul, după presuflare, se introduce în forma de optic și apoi se suflă definitiv. Articolele care nu necesită ajustări sau adaosuri se desprind de pe țeavă și se transportă la cuptorul de recoacere. Pentru obținerea unui produs de calitate suflătorul va respecta indicațiile următoare :

— să nu culeagă priza de sticlă din locul unde a rămas firul ;

— să-și obișnuiască ochiul pentru aprecierea cât mai bună a cantității de sticlă necesară produsului ;

— să urmărească cu atenție mișcările balonului de sticlă la presuflare, pentru a asigura o repartizare uniformă a masei de sticlă ;

— de la culegerea prizei și pînă la predare țeava să fie încontinuu învîrtită ;

— la suflarea în matrițe metalice, acestea să fie bine încălzite.

**Ajustări și adaosuri de sticlă.** Acestea sînt operații care se execută asupra semifabricatului după suflarea definitivă, cu scopul de a-i aduce completările corespunzătoare funcționalității sau aspectului estetic.

În general, ajustarea constă în modificarea formei unei părți a semifabricatului, iar adaosul în lipirea la cald a unei cantități de sticlă pe semifabricat și modelarea ei cu diverse scule, dîndu-i-se forma cerută.

Pentru exemplificare se prezintă operațiile de executare a unei căni tăiate, cu picior și minier, în ordinea lor succesivă.

După suflarea definitivă a cănii în matriță, fasonatorul lipește la fundul ei o cantitate de sticlă pe care o taie cu foarfecele de pe fierul de început și apoi o modelează și o lungeste dîndu-i forma piciorului. După rigidizarea acestuia, lipește la capătul lui tăind de pe fierul de început o altă cantitate de sticlă, pe care o modelează cu ajutorul plușarului (pregătit anterior), dîndu-i forma de talpă care asigură planeitatea și echilibrul cănii.

După rigidizare, talpa se lipește pe fierul de lipit și se desprinde gura cănii de la țeava de suflat cu ajutorul unui clește răcit cu apă. Gura cănii se încălzește în cuptorul de reîncălzire pînă la înmuierea sticlei și se face tăierea oblică a gurii cu foarfecele de gură. Urmează o reîncălzire a locului tăiat și apoi modelarea lui, lărgirea gurii și formarea ciocului, operații care se execută cu deschizătorul. După formarea gurii fasonatorul lipește pe corpul cănii cantitatea de sticlă necesară toartei, pe care o taie cu foarfecele de toartă de pe fierul de început și lipește și celălalt capăt pe cană. Modelează apoi bine capetele lipite și îndreaptă minierul în poziție paralelă cu axul cănii dîndu-i formatul cerut. Pentru ornamentare se pot adăuga pe cană diverse motive. Ultima operație este desprinderea cănii de pe fierul de lipit.

Pentru realizarea unui produs de bună calitate se recomandă fasonatorului următoarele :

— la cuptorașul de reîncălzire se va schimba placa de la gură după mărimea obiectului, astfel ca diametrul orificiului plăcii să fie numai cu 2—4 cm mai mare decât diametrul produsului ;

— la obiectele care necesită prinderea în coș, se vor lua măsuri care să prevină lipirea coșului de articol ;

— la reîncălzirea produselor se va urmări înmuierea numai a părții care trebuie ajustată, pentru a nu le deforma ;

— atât la reîncălzire cum și după scoaterea din cuptoraș, produsele se vor învîrți continuu pentru a nu se deforma ;

— nu se va preda purtătorului produsul decât după rigidizarea lui suficientă, care să asigure menținerea formatului realizat.

În ultimii ani pentru operația de tăiere a gurii cănilor a fost pus la punct un procedeu mecanizat, care se prezintă în continuare.

**Instalație de tăiat gura cănilor.** Servește la tăierea gurii cănilor și vaselor de formă mai variată cu diametru interior de la 20 la 160 mm și grosimea peretelui de maximum 7 mm. Durata tăierii 1,5—2 min. Are avantajul că taie uniform, cu un randament ridicat și nu necesită personal calificat.

Mașina se compune din :

— sistem de comandă pneumatică pentru închiderea și deschiderea formei de gură ;

— sistem de comandă a coborîrii și returului formei de gură ;

— instalație de reglare a presiunii cu un gresor de ulei ;

— dispozitive de reglare pentru adaptarea mașinii la diverse forme și mărimi de câni.

**Modul de funcționare.** După suflare, cana se prinde într-un suport special, fiind desprinsă de țevă. Se reîncălzește în locul unde se va efectua tăierea și lărgirea și se așază pe un poanson care are formatul gurii tăiate. Se demarează mașina și două jumătăți de formă de gură (care au formatul gurii tăiate a cănilor) se îmbină și cad pe poanson, tăind calota cănilor (în coborîre cantul formei de gură se așază exact pe cantul poansonului și pe acest profil taie calota cănilor). După tăiere, cana se reîncălzește pentru polizare.

### 1.1.3. Procedee speciale de fasonare decorativă

**Fasonarea sticlei suprapuse (überfang).** Fabricarea produselor de sticlă din două sau chiar trei straturi de culori diferite, constituie unul din cele mai răspândite procedee de ornamentare a articolelor de menaj, datorită valorii artistice care se poate obține prin efectul de culoare. În general, aceste produse se lucrează din două straturi, din care numai unul colorat, fiind foarte rare articolele din mai multe straturi colorate.



Pentru obținerea sticlei suprapuse se cunosc trei procedee :

— primul procedeu constă în culegerea prizei de sticlă incoloră și executarea bășicii, pe care, după răcire și întărire, se culege stratul de topitură colorată, urmînd fasonarea obișnuită prin presuflare, repartizare și suflare finală. Întrucît prin acest procedeu greu se poate asigura o repartizare uniformă a topiturii colorate, utilizarea lui nu este recomandată decît în cazul articolelor de serie mai mare și mai puțin pretențioase ;

— al doilea procedeu se aplică acolo unde nu se dispune de topitură colorată, ci numai de baghete colorate. Pentru aceasta se încălzește bagheta colorată la un capăt și se prinde la fierul de lipit, încălzindu-se apoi și la celălalt capăt pînă la înmuiere. Paralel cu aceasta, pe țeava de suflat se culege priza de sticlă executîndu-se bășica ce se lasă pentru întărire. Pe bășica astfel pregătită se lipește bagheta înmuiată și se taie cu foarfecile cantitatea de sticlă necesară pentru acoperirea întregii suprafețe a produsului cu strat colorat. Prin încălziri și suflări repetate și prin modelări în lingura de lemn, stratul colorat se întinde pe toată suprafața bășicii, după care se fasonază prin presuflarea și suflarea finală. Nici acest procedeu nu asigură în toate cazurile uniformitatea straturilor în pereții produsului, motiv pentru care utilizarea lui este limitată ;

— al treilea procedeu de obținere a sticlei suprapuse este cel cunoscut sub denumirea de „pîlnie“. Prin acest procedeu pe țevile de suflat se pregătesc două bășici : una din sticlă incoloră și cealaltă din sticlă colorată. Pe prima bășică se culege cantitatea de topitură tot incoloră necesară formării articolului. Pe bășica din sticlă colorată se culege o cantitate mică de sticlă colorată și se suflă sub forma unui balon mare cu peretele subțire. Acest balon se încălzește în cuptorașul toabă pînă la înmuierea părții superioare. Se ridică țeava în poziție verticală și se aspiră prin ea aerul din bășică, formîndu-se astfel o pîlnie cu pereți dubli și cu deschiderea în sus. În această pîlnie se introduce bășica de sticlă incoloră și prin suflare se sudează de sticla colorată. Se detașează țeava de la pîlnia colorată, iar perețele exterior se stropește cu apă și se îndepărtează prin spargere. În modul acesta rezultă o bășică din sticlă incoloră, cu o peliculă subțire de sticlă colorată, uniform repartizată pe suprafață. Bășica obținută se încălzește și se fasonază în mod obișnuit pentru obținerea produsului dorit. Acest procedeu deși necesită mai multă manoperă, totuși se utilizează în mod curent în fabricile care produc sticlă colorată, mai ales pentru produsele mari, complicate și pretențioase, avînd în vedere faptul că asigură uniformitatea stratului colorat pe suprafața produsului.

O condiție de bază la fabricarea produselor din sticlă suprapusă, o formează coeficienții de dilatație a sticlelor care trebuie să fie egali sau foarte apropiați. În caz contrar, produsele se sparg la re-coacere sau după aceea, din cauza tensiunilor ce apar.

În fabricația curentă a produselor din sticlă suprapusă trebuie controlați coeficienții de dilatație. O metodă practică este metoda inelului. Aceasta constă în suflarea unor cilindri cu diametrul de 6—8 cm și grosimea peretelui de 2—3 mm, din care se taie inele de 3—4 cm lățime. La rîndul lor inelele se taie de-a lungul generatoarei. Cînd coeficienții de dilatație ai straturilor de sticlă diferă mult, capetele libere ale inelelor sau se depărtează între ele sau se apasă puternic, ceea ce denotă prezența tensiunilor și pericolul de spargere a produselor.

**Articole colorate în „degrade“.** Aceste articole se lucrează tot din sticlă suprapusă și se caracterizează prin scăderea intensității culorii de la o extremitate la cealaltă a produsului, pînă cînd acesta devine incolor. Scăderea intensității de culoare se realizează prin subțierea progresivă a stratului colorat suprapus de la extremitatea intensă spre cealaltă. Metoda cea mai indicată pentru obținerea acestui efect de culoare, constă în fasonarea prelungită a prizei de sticlă, prin încălziri succesive și repartizarea stratului colorat cu ajutorul lingurii de lemn pînă la obținerea acestui „degrade“.

**Articole din sticlă marmorată.** Aceste produse se obțin prin combinarea sticlei opal cu bucăți de sticlă de diverse culori. În acest scop, cu țeava de suflat se culege o priză de sticlă opal, care se rulează pe o placă de netezire pe care s-au pus cioburi colorate cu dimensiunea de circa 4—8 mm. Se reîncălzește priza și se acopere cu un strat de topitură incoloră. Priza aceasta se fasonază în mod obișnuit prin repartizare, presuflare și suflare finală, dînd un produs cu aspect de marmură. Cioburile de sticlă colorată pot fi aranjate pe placa de netezire sub forma unor desene care se reproduc pe articolul finit.

**Articole din sticlă filată.** Prin combinarea de sticle colorate formate din una sau mai multe baghete, cu o bășică albă sau colorată se obțin articole din sticlă filată.

Fasonarea ore loc în modul următor :

Se pregătește o bășică de sticlă albă sau colorată care se ține caldă. Paralel cu aceasta se încălzește pînă la înmuiere o baghetă de sticlă opal sau colorată. Cînd bagheta s-a înmuiat suficient, cu ajutorul cleștelui se trage din ea un fir, care se lipește de vîrfurile bășicii. Prin rotirea continuă în același sens a țevii, firul din baghetă se lipește prin înfășurare pe bășică, obținîndu-se spirală de formă regulată. Operația se poate face cu mai multe baghete de

diferite culori, executindu-se și diverse combinații pe suprafața bășicii. Din bășica astfel obținută se suflă obiecte de decor.

**Articole din sticlă atlas (sticlă reticulară).** Acestea se obțin astfel : se pregătește o bășică din sticlă opal și se presuflă într-o formă cu relief interior, obținînd o bășică mai mare cu proeminențe. În paralel dintr-o sticlă slab colorată se suflă o bășică, din care se pregătește o pilnie al cărei diametru este cu circa 2 cm mai mare decît al bășicii cu proeminențe. Se introduce aceasta în pilnie și se reîncălzește lipindu-se cele două straturi. Se obține astfel o bășică stratificată cu bule de aer, ce provin din golurile care au existat între proeminențe. Prin fasonare mai departe, din bășică se obține un obiect de decor, în care bulele produc multiple efecte de reflexie și refracție, dînd articolului un aspect foarte frumos.

Prin mătuirea chimică a suprafeței, aceste efecte măresc estetica produsului.

**Articole din sticlă filigranată (millefiori).** Acestea se obțin din baghete de sticlă colorată, în modul următor :

Într-o mică formă poligonală se presează o baghetă de sticlă colorată, după care se acopere cu un strat subțire de sticlă albă repartizată uniform. Baghete de diverse culori executate în același fel, se lipesc mai multe la un loc formînd un mănunchi din care, prin încălzire și agitare se obține o singură baghetă cu fire colorate în ea. În același scop se pot uni mai multe mănunchiuri, formînd un mănunchi mai voluminos, care se aplatizează și se aplică pe articolul ce urmează a fi decorat.

Într-un mod asemănător cu acestea se execută articolele venețiene, în care baghete de diferite culori se așază în șanțurile interioare ale unei forme conice, după care se introduce în formă o bășică din sticlă incoloră, pe care se lipesc baghetele. Bășica astfel decorată se prelucrează în mod obișnuit prin reîncălzire și agitare sau prin combinații de agitare cu diferite efecte, în funcție de priceperea și fantezia sticlarului.

**Articole de sticlă givrată.** Acestea se obțin astfel : bășica din sticlă albă sau colorată se introduce 2—4 s în apă la temperatura 10—15°C după care se reîncălzește din nou în cuptorul toבָּא și apoi se suflă articolul dorit. Operația de introducere în apă și reîncălzire se poate repeta de 2—3 ori. Prin aceasta suprafața produsului ia aspectul florilor de gheață, a căror mărime și desime depinde de temperatura sticlei, temperatura apei și durata de răcire. Pentru a mări efectul de decorare dorit, bășica, la scoaterea din apă, se introduce în rumeguș acoperindu-se pe toată suprafața și după aceea se reîncălzește. Alteori pe suprafața bășicii se presară un praf fin colorat, după care se introduce în apă și se reîncălzește suflînd ar-

ticolul. Praful colorat poate fi la rîndul său și o combinație de mai multe culori, ceea ce contribuie la mărirea gradului de decorare.

**Articole din sticlă irizată.** Irizarea articolelor se face în general, imediat după suflarea sau fasonarea lor și constă în tratarea suprafeței lor cu vaporii unor săruri metalice. Operația se efectuează într-o cameră adecvată în care se degajă acești vapori. Ca săruri se întrebuintează clorurile de staniu și de titan combinate cu nitrați sau carbonați de bariu și stronțiu. Un amestec care dă rezultate bune, este format din clorură de staniu și carbonat de bariu în părți egale.

Irizarea este produsă de refracția și interferențele razelor de lumină în stratul superficial, format prin acest tratament.

#### **1.1.4. Defecte mai frecvente ce se pot produce la suflarea manuală. Cauzele și prevenirea lor**

Articolele au pereții neuniformi.

**Cauza :** la presuflare sticla nu a fost bine repartizată. Pentru prevenire, la presuflare sticla trebuie repartizată mai bine lăsîndu-se mai lungă, iar la introducerea în formă țeava se va apăsa puțin în jos.

Articolele prezintă la fund o crăpătură.

**Cauza :** fundul articolului nu a fost presuflat.

La suflare se va căuta ca mijlocul fundului să fie mai subțire decît marginea.

Articolele prezintă fisuri în pereți.

**Cauza :** bruscarea formei la deschidere, sau lopata rece la transportul articolului. Se va deschide forma cu atenție, iar lopata de purtat se va ține caldă, îmbrăcîndu-se cu azbest sau sîrmă subțire.

Articolele au marginile slab conturate.

**Cauza :** suflarea în formă a fost prea slabă, sau sticla prea rece. Se va lucra cu sticlă mai caldă și articolul se va sufla mai puternic în formă.

Articolele care au buza întoarsă prezintă crăpături pe buză.

**Cauza :** între buză și peretele gîtului sînt goluri de aer. Fasonatorul va lipi buza de peretele gîtului cu atenție, astfel încît să nu rămînă între ele goluri de aer.

Articolele prezintă bule, deși sticla a fost bine afinată.

**Cauza :** pe bășică s-a depus praf din atmosferă sau de pe placa de netezire. Se va evita formarea prafului la locul de muncă și se va șterge des placa de netezire.

Articolele sînt cu umărul strîmb.

*Cauza:* au fost scoase prea calde din formă sau la reîncălzire n-au fost învărtite și s-au deformat. Articolele se vor ține mai mult în formă, iar la reîncălzire se vor învărti continuu.

La articolele cu toartă sau talpă acestea se deslipesc.

*Cauza:* sticla la locul de lipire a fost prea rece sau murdară sau părțile lipite sînt de compoziții chimice diferite. Se vor verifica rețetele și se vor ține curate și calde locurile de lipire.

Articolele prezintă crăpături la locul de lipire a toartei.

*Cauza:* peretele articolelor a fost prea rece în momentul lipirii toartei. Se vor ține mai calde articolele la care se lipesc toartele.

### 1.1.5. Organizarea lucrului

Datorită marelui diversități a articolelor care se execută la țeavă, componența echipei (scaunului) cum și repartizarea atribuțiilor muncitorilor componenți depind de complexitatea articolului ce se lucrează astfel :

— pentru pahare suflate, simple, o echipă se compune din trei suflători și doi bășicari. În cazul în care se lucrează la țeava cu clopot, echipa se compune numai din trei suflători ;

— pentru pahare cu picior și talpă echipa se compune din doi bășicari, doi suflători, unul-doi fasonatori, un lipitor, un formar ;

— pentru căni cu talpă tăiată și cu cioc, echipa de lucru se compune din doi bășicari, doi suflători, doi fasonatori, un formar, un reîncălzitor. La cei de mai sus, pentru fiecare echipă se mai adaugă unul-doi purtători, după numărul produselor și distanța de purtat.

Repartizarea atribuțiilor în cadrul echipei și chiar componența echipei trebuie să se bazeze pe studii ergonomice incluzînd cronometrări și fotografieri ale desfășurării lucrului, prin care să se asigure fiecărui component un grad de ocupare cît mai ridicat și cît posibil mai uniform. Numai în modul acesta se pot evita gîturirile diferitelor locuri de muncă și obținerea unui grad de ocupare ridicat (94—96%) pentru întreaga echipă, care asigură și o productivitate ridicată.

Pentru buna desfășurare a activității productive o atenție deosebită trebuie acordată organizării locului de muncă. În acest sens, buna întreținere a sculelor și dispozitivelor de lucru, cum și raționala lor așezare pe platforma de lucru prezintă o mare importanță în realizarea atribuțiilor membrilor echipei și a unei productivități ridicate.

Înainte de începerea lucrului cu circa 10 min toate sculele necesare fasonării produsului trebuie aduse pe platforma de lucru.



Unele din ele se aranjează în jurul gurii de lucru a cuptorului, iar altele pe banca de ajustare lângă cuptorul de reîncălzire,

În timpul lucrului, componenții echipei (cu unele excepții) se deplasează în jurul gurii de lucru a cuptorului.

Pentru a nu se crea încrucișări între muncitori în timpul lucrului, deplasarea lor se va face în flux, cu direcția de la dreapta spre stînga, avînd ca loc de pornire gura de lucru a cuptorului. Astfel, bășicarul după ce culege priză de sticlă, se deplasează spre stînga la placa de netezire, liberînd locul celorlalți componenți din echipă. După terminarea bășicii el revine prin stînga agățînd țeava în rastei și ia o țeavă liberă pentru o nouă priză.

Suflătorul, după ce culege cantitatea de sticlă necesară suflării articolului, se deplasează de la gura de lucru spre stînga la jgheabul de umezire. Terminînd presuflarea articolului se deplasează iar spre stînga la formă, iar de aici revine la gura de lucru tot prin deplasare spre stînga.

Respectarea acestei reguli de deplasare este necesară și pentru prevenirea accidentelor.

Țeava de suflat trece succesiv la mai mulți membri ai echipei pentru executarea diferitelor faze de lucru. Astfel ea trece la bășicar, suflător, detașator, iar pentru articolele care necesită ajustări la fasonator. Circuitul țevilor de suflat este schematic următorul : gura de lucru a cuptorului — bășicar — rastei — suflător — fasonator (pentru unele articole) — detașator — suflător — gura de lucru.

## **1.2. Fasonarea sticlei prin presare manuală**

Fasonarea sticlei prin presare, procedeu foarte vechi, utilizat la început pentru un număr redus de articole mici, s-a extins ulterior și la fasonarea altor produse mai mari și cu o gamă mai largă de utilizări.

### **1.2.1. Utilaje întrebuințate la presarea manuală**

Primele utilaje de presare au fost presele manuale construite în secolul al 18-lea și care, modificate parțial, se mai folosesc și în prezent pentru fabricarea produselor de serie mică. Aceste prese sînt de două tipuri : presă cu arc și presă cu excentric (fig. 1.4). Ambele tipuri constau din scheletul preseii, dispozitivul de acționare și dispozitivul de presare.

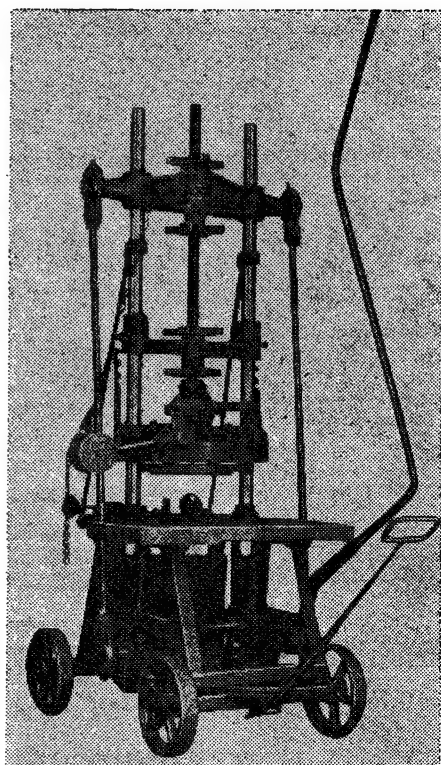
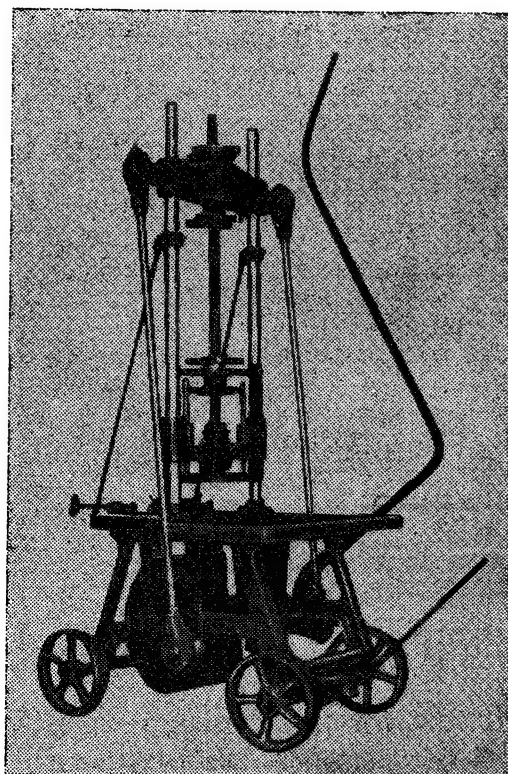


Fig. 1.4. Prese manuale :  
a — cu arc ; b — cu excentric.

Scheletul presei se compune dintr-o placă de fontă montată pe un sistem de suporturi cu roți pentru a putea fi deplasată la diferite locuri de muncă. Pe masă sînt fixate două coloane verticale și un ax central, ce servesc la ghidarea deplasării suportului împreună cu poansonul. Sub poanson se așază matrița, al cărei ax trebuie să fie perfect centric cu axul poansonului.

Dispozitivul de acționare la presa cu arc este format din două plăci între care sînt montate patru arcuri și pîrghia de acționare. La coborîrea acestora plăcile împreună cu axul central coboară pînă cînd placa inferioară se așază pe matriță.

La presa cu excentric dispozitivul de acționare este format din două plăci pe care se montează poansonul și sub ele o altă placă de care se fixează ringul de acționare. Dispozitivul de presare se

compune dintr-un sistem de articulații care transformă mișcarea de rotație a axului de sub presă în mișcare de translație, cu ajutorul a două bare laterale ce deplasează pe verticală dispozitivul de acționare.

Presarea propriu-zisă la presa cu arc se efectuează prin coborîrea manivelei care, acționînd placa superioară, comprimă arcurile și forțează poansonul să intre în masa de sticlă, spre a forma interiorul produsului. La presa cu excentric rolul arcurilor îl îndeplinește un excentric montat sub placă prin intermediul unor pîrghii acționate de coborîrea manivelei. Presa cu arc prezintă dezavantajul unui efort în plus pe care trebuie să-l depună muncitorul, pentru a depăși rezistența arcurilor.

Presele cu excentric, față de presele cu arc au avantajul că necesită un efort de presare mai mic.

### 1.2.2. Scule și dispozitive utilizate

Cea mai importantă sculă la fasonarea sticlei prin presare este matrița. Ea se compune din următoarele părți :

- corpul matriței cu mînerul ;
- fundul matriței ;
- ringul (inelul) ;
- poansonul (pegulul).

Matrițele sînt de două feluri : care nu se deschid și care se deschid.

Primele se utilizează pentru obținerea produselor cu o configurație mai simplă, avînd corpul formeii dintr-o singură piesă cu locașuri pentru ring, mîner, fund etc. Pentru articolele cu profil mai complicat, corpul matriței constă din 2—4 bucăți legate între ele prin șarniere cu bolțuri.

Ringul (inelul) se așază deasupra matriței intrînd parțial în locașul acesteia pentru a stabili grosimea articolului care se presează și a ghida intrarea poansonului în matriță.

Poansonul constă dintr-un corp masiv format din capul de fixare, locul de ghidare și capul fason. Capul de fixare servește la prinderea poansonului în ghiarele capului de presare, iar locul de ghidare servește la ghidarea poansonului prin inel în corpul matriței. Capul fason, a cărui formă reprezintă interiorul articolului fabricat, servește la imprimarea profilului interior al produsului.

Matrițele se confecționează, în general, din fontă cenușie care, însă, nu satisface decît parțial condițiile ce se cer pentru a obține produse de calitate.

Problemele privind construcția și exploatarea matrițelor este tratată detaliat în capitolul „Matrițe utilizate la fasonarea produselor de sticlă”.

La fasonarea articolelor prin presare manuală se mai folosesc următoarele scule :

- fierul de început care este o bară cu lungimea totală de 1,8—2 m și cu diametrul variind între 12 și 16 mm, în funcție de greutatea articolului. La un capăt este prevăzut cu un manșon de lemn, pentru protecția mîinii muncitorului, iar la capătul care intră în cuptor are sudată o bară de oțel refractar lungă de circa 30 cm și de același diametru, pe care se fixează un cap de șamotă rotunjit ;

- foarfecele de tăiat sticla ;
- cleștele pentru prindere ;
- fierul de lipit pentru reîncălzire ;
- lopata pentru fasonarea suprafeței exterioare a produsului ;
- capul pentru fasonarea interioară ;
- furca sau cleștele pentru scos articolul din forme compuse ;
- arzătorul pentru menținerea ringului la temperatura de lucru ;
- suporturi fason pentru menținerea formatului la articole mari.

### **1.2.3. Modul de lucru la fasonarea produselor de sticlă prin presare**

Operațiile procesului tehnologic de presare manuală se împart în următoarele grupe :

- culegerea prizei de sticlă ;
- presarea ;
- reîncălzirea ;
- fasonarea finală.

**Culegerea prizei de sticlă.** Această operație se execută de către culegătorul de priză (începător) cu ajutorul fierului de început pregătit în prealabil, care se introduce cu jumătate sau trei sferturi din capul de șamotă în sticlă. După aceasta, culegătorul începe să rotească fierul în sensul acelor de ceasornic, deplasându-l spre stînga, pînă culege o cantitate de sticlă suficientă articolului care se lucrează. Ridică apoi încet fierul, continuînd să-l învîrtească tot mai repede, pînă cînd priza nu mai este legată de masa de sticlă decît printr-un fir subțire care se și rupe. În acel moment scoate fierul de început din gura de lucru și rotindu-l spre stînga și spre dreapta lungeste priza omogenizînd-o.

**Presarea.** Priza de sticlă este adusă de culegător deasupra matriței care a fost înainte pregătită.

Presarul taie cu foarfecele cantitatea de sticlă suficientă pentru presare și împinge matrița sub poanson, pînă se fixează între repere. Trage brațul preseii în jos introducînd poansonul în sticlă pînă cînd simte rezistența acesteia ; ține apăsător poansonul pînă la rigidizarea articolului spre a evita deformarea lui ulterioară. Ridică apoi poansonul, scoate ringul și deschide matrița, din care scoate articolul prin răsturnare sau cu cleștele de scos și îl depune pe placa suport.

Pentru buna desfășurare a lucrului este necesar ca presarul să respecte următoarele indicații :

- să aibă tot timpul matrița bine încălzită ;
- să curețe matrița de cioburile care cad în ea, prin suflare cu aer comprimat ;
- să centreze bine corpul matriței sub poanson făcînd unele verificări în timpul lucrului ;
- să ungă cu regularitate matrița cu ulei ;
- să mențină ritmul de lucru cerut de aspectul produsului
- articolele cu concavități, care impun toleranțe mai mici, se vor depune pe suporturi fason, pentru a nu se deforma.

**Reîncălzirea.** Articolul de pe placa suport este luat cu cleștele cu ghiare sau prin lipire cu fierul de lipit și încălzit în cuptorașul de reîncălzire. Această operație are ca scop lustruirea termică a suprafeței produsului, care la scoaterea din matriță are un aspect mat datorită diferenței de temperatură dintre sticlă și matriță, și aducerea articolului la plasticitatea care să permită corectarea sau schimbarea formatului la fasonarea finală.

**Fasonarea finală.** Reprezintă operația prin care i se dă articolului presat și reîncălzit formatul definitiv. La scoaterea din cuptorașul de reîncălzire cînd articolul are plasticitate suficientă, fasonatorul cu sculele de fasonare pe care le are pregătite, corectează sau modifică formatul produsului prin fasonarea interioară și exterioară pînă cînd articolul s-a rigidizat suficient spre a nu se mai deforma. După ce execută desprinderea articolului, acesta este dus la cuptorul de recoacere. Articolele cu format mai complicat și cele care impun toleranțe mici nu se supun operațiilor de reîncălzire și fasonare finală, pentru a evita abaterea de la forma inițială.

Pentru buna desfășurare a lucrului fasonatorul va respecta următoarele recomandări :

- la încălzirea în cuptoraș, ghearele cleștelui nu trebuie să se înșoșească ;

— lipirea articolului să se facă cît timp sticla este de culoare roșie ;

— atît la încălzire cît și după scoatere din cuptoraș, fierul cu articolul lipit să fie încontinuu rotit ;

— la desprindere, articolul să fie suficient de rigidizat.

**Procedeu combinat de producere a paharelor cu talpă și picior.** Acest procedeu constă din combinația între o echipă de suflat cupa paharului și o echipă de presă, care presează piciorul cu talpa pe cupa suflată.

În acest scop se folosește o presă simplă utilizată în mod obișnuit în sticlărie cu forma compusă din două părți care se pot separa.

Partea inferioară a formei este o capsulă din două jumătăți cu pereți deschiși, pentru așezarea stabilă a cupei suflate cu gura în jos. Capsula trebuie să fie suficient de consolidată pentru a suporta forța de presare. Partea superioară este forma de presă propriu-zisă pentru presarea piciorului și a tălpii paharului. Ea se compune din două sau trei secțiuni, care se leagă între ele prin șarniere. Fundul formei de presă are un orificiu egal cu diametrul piciorului prin care comunică cu capsula. Centrul acestui orificiu corespunde cu centrul fundului cupei.

Procedul de lucru : se încălzește forma de presă și se suflă cupa paharului avîndu-se grijă ca la desprinderea de pe țeavă, vîrful cupei să fie apăsat înăuntru. Se introduce cupa în capsulă și se așază cu gura în jos, astfel ca centrul fundului să fie pe aceeași verticală cu centrul orificiului. Se introduce sticlă în forma de presă. Prin presare peglul forțează topitura să ia profilul piciorului și tălpii și să se lipească de centrul fundului cupei. Se deschide forma și capsula și se scoate paharul gata fasonat. Prin acest procedeu se realizează o productivitate mărită cu circa 300% față de procedul cu execuția manuală a piciorului.

#### 1.2.4. Organizarea lucrului

O echipă de presat manual pentru articolele care nu se fasonază și nu necesită reîncălzire, se compune din 4—5 lucrători și anume : un culegător de priză, un presar, un ringar și unul sau doi purtători.

La articolele care se fasonază și deci necesită reîncălzire echipa se compune din 8—9 lucrători, completîndu-se cu încă un fasonator și 2—3 reîncălzitori.

Atribuțiile în cadrul echipei sînt bine precizate, urmînd ca prin cronometrări și fotografieri ale desfășurării lucrului să se precizeze numărul purtătorilor și al reîncălzitorilor, astfel încît să se asigure

un grad de ocupare ridicată și uniform pentru toți componenții. Tot în acest scop este indicat de a lua măsuri și pentru reducerea timpului de așteptare la rigidizarea produsului în corpul matriței prin lucrul cu două corpuri de matrițe, sau instalarea unui sistem de răcire la corpul matriței, la poanson și uneori chiar la rigidizarea produsului fasonat.

### **1.2.5. Defecte posibile la fabricarea articolelor prin presare manuală. Cauzele și prevenirea lor**

Articolele pot prezenta atît pe suprafața interioară cît și pe cea exterioară ondulații sau valuri.

Cauza : matrița și poansonul sînt prea reci. Se vor încălzi bine ambele.

Suprafața articolelor nu este suficient de lucioasă, prezentînd un aspect mat.

Cauza : încălzirea insuficientă în cuptorul toabă. Se va prelungi timpul de reîncălzire sau se va ridica temperatura cuptorului toabă.

Articolele pot prezenta bavuri la gură.

Cauza : matrița n-a fost bine fixată sub excentric. Cînd se lucrează cu două matrițe, bavarile pot proveni din diferență de înălțime dintre ele. Se va verifica înălțimea matrițelor și modul lor de fixare.

Articolele pot avea grosime neuniformă a pereților.

Cauza : axul matriței și al poansonului nu sînt în aceeași linie. Se va centra bine poansonul cu ajutorul ghiarelor, precum și matrița față de poanson, prin reglarea cuțitelor de fixare.

La gura articolului apar firișoare verticale scurte.

Cauza : ringul este prea rece. Se va menține ringul suficient de cald.

Articolul este deformat.

Cauza : fasonatorul l-a desprins prea repede de pe fier sau purtătorul l-a luat prea repede de pe suportul fason, iar articolul nu era suficient de rigidizat. Articolul se va desprinde, sau se va lua de pe suportul fason, numai după ce și-a schimbat culoarea roșie.

Articolul poate avea un fir mai gros și lung de 1—3 cm.

Cauza : sticla prea rece la tăiere sau foarfecele nu a fost ascuțit. Se va ascuți foarfecele sau se va lucra cu sticlă mai caldă.

Articolul prezintă fisuri la fund sau la colțuri.

Cauza : scoaterea lui din matriță s-a făcut prea-brusc. Se va scoate cu mai multă grijă.

Articolul prezintă bavură la locul de închidere a matriței.

Cauza : matrița este uzată sau nu a fost bine deschisă. Se repară matrița și se va stringe bine cu cheia...

Articolul prezintă nervuri mai lungi și neregulate pe suprafață.

Cauza : matrița este prea uzată. Se va rectifica sau înlocui matrița.

Articolul se lipește de matriță și scoaterea lui este dificilă.

Cauza : matrița este prea caldă sau nu a fost bine unsă. Se va mări debitul și presiunea aerului de răcire și se va unge mai des matrița.



## Fasonarea sticlei prin procedee semiautomate

### 2.1. Fasonarea la mașini semiautomate de suflat

În procesul îndelungat de dezvoltare a tehnicii de fasonare a sticlei procedeul de fasonare prin suflare la mașini semiautomate constituie o treaptă intermediară între fasonarea manuală și fasonarea automată.

La mașinile semiautomate (fig. 2.1) s-au introdus operații mecanizate pentru presuflarea, suflarea finală și formarea gurii articolului.

Această mecanizare prezintă avantajul față de lucrul manual, că permite înlocuirea muncitorilor de la suflarea la țeavă, cu muncitori cu o calificare mai puțin pretențioasă, asigurând concomitent creșterea sensibilă a productivității muncii. Productivitatea mașinilor semiautomate este totuși scăzută față de stadiul actual al tehnicii în industria sticlei, motiv pentru care se tinde la înlocuirea lor cu mașini automate, care elimină efortul fizic al muncitorilor, asigurând în același timp indicatori tehnico-economici superiori. Mașinile semiautomate se mențin însă pentru articolele de serie mică, a căror fabricare este neeconomică la mașini automate.

Gama de sortimente care se execută la mașinile semiautomate cuprinde :

- butelii de la 100 la 2 000 ml ;
- flacoane cosmetice și medicinale de la 5 la 1 000 ml ;
- borcane de la 25 la 10 000 ml și alte articole.

Se utilizează mai multe tipuri de mașini semiautomate, dar toate au aceleași părți componente principale și anume :

— scheletul mașinii format dintr-o placă metalică dreptunghiulară (masa mașinii), montată pe un cadru cu patru roți. Sub placă se află caseta de aer comprimat sau vid. Prin centrul casetei trece

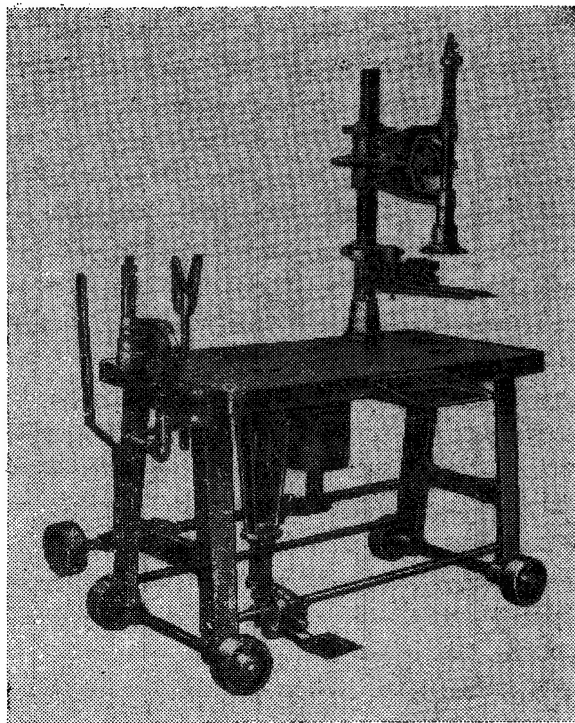


Fig. 2.1. Mașina semiautomată.

Platanul cu brațul și coloana filetată formează un singur corp, ce se poate roti.

### 2.1.1. Scule utilizate

Sculele pe care le folosește sticlarul la fasonarea sticlei cu mașinile semiautomate sînt următoarele :

- fierul de început ;
- foarfecele ;
- preforma ;
- forma finită ;
- cleștele de gură.

Fierul de început și foarfecele sînt identice cu cele utilizate la presa manuală.

o tijă acționată de o pedală cu brațe. La capătul superior tija este filetată pentru fixarea poansonului ;

— aparatul de distribuire a aerului comprimat și a vidului, montat la capătul stîng al plăcii, care este un robinet cu trei căi, ce leagă caseta fie la conducta de aer comprimat, fie la conducta de vid ;

— platanele suport pentru formele finite, fixate pe o coloană filetată la exterior și prin interiorul căreia circulă aer comprimat ;

— brațul cu furca în formă de U, fixat pe aceeași coloană.

Preformă servește la presuflarea produsului și se compune din : placa de bază care se fixează pe masa mașinii, poansonul și corpul preformei format din una sau două părți mobile, axate pe placa de bază. În locașul dintre placa de bază și corpul preformei se introduce cleștele de gură. Lungimea preformei variază de la 70 la 90% din lungimea formei finite, iar diametrul interior de la 50—70% din diametrul produsului finit. Cu preformele mai lungi și de diametru mai mic se obține o mai bună repartizare și uniformizare a sticlei în pereții produsului, dar necesită o precizie de lucru mai mare din partea culegătorului de priză.

Forma finită care are interiorul identic cu forma exterioară a produsului, se compune din : placa de fund, fundul mobil, două jumătăți de formă, un bolt conic la șarniere, o cheie excentrică și două mânere.

Peretele preformei cum și cel al forme finite au grosimea de 15—45 mm în funcție de mărimea și greutatea articolului ce se lucrează.

Cleștele de gură format din tablă, are între mânere un arc prin care se asigură menținerea lui închisă. El servește la prinderea și închiderea gurii de formă în trecerea semifabricatului din preformă în forma finită și apoi la evacuarea produsului finit.

### **2.1.2. Descrierea fazelor de lucru la suflarea sticlei cu mașini semiautomate**

Operațiile la suflarea sticlei cu mașini semiautomate se împart în trei grupe principale : culegerea prizei de sticlă, presuflarea și suflarea finală. Culegerea prizei din cuptorul de topire se face în mod asemănător, cu aceleași operații descrise la presarea manuală a sticlei.

*Culegerea.* Luarea prizei pentru suflare la semiautomate are totuși unele particularități care se prezintă mai jos, în scopul de a fi bine însușite de începătorul de la semiautomate. Acestea sînt următoarele :

- pentru butelii capul de șamotă va fi alungit ca o pară, iar pentru borcane va fi rotund ;

- după ce culegătorul a desprins priza de sticlă, va mai învîrți fierul de 1—2 ori în cuptor pentru dispariția valurilor formate în timpul culegerii și omogenizarea termică ;

- tot în același scop va mai învîrți fierul de 1—2 ori dar în sens invers, după scoaterea din gura de lucru ;

- pentru preformele lungi priza va fi alungită și ascuțită ;

— sticla rămasă pe capul de șamotă după tăierea prizei, va fi lăsată în afara ringului, căci dacă se amestecă cu sticla care se culege, va forma neomogenități termice ;

— la culegere fierul de început va fi introdus puțin spre dreapta față de mijlocul ringului, lăsând la stînga locul de desprindere ;

— la introducerea în preformă priza de sticlă trebuie să curgă de la sine, fără să lovească pereții preformei ;

— la borcane priza va fi puțin apăsată, spre a fi absorbită de vid, după care fierul de început va fi ridicat pentru ca presuflătorul să o poată tăia cu foarfecele.

**Presuflarea.** Cînd priza de sticlă intră în preformă, presuflătorul ridică poansonul și deschide vidul absorbînd sticla în bacuri. Cînd sticla a umplut preforma pînă la semnul ce corespunde greutateii articolului, taie priza și netezește dunga de tăiere. La rigidizarea guri, întrerupe vidul, coboară poansonul și presuflă sticla cu aerul comprimat, pînă la nivelul preformei. Deschide apoi preforma și presuflă mai departe, pînă cînd grosimea fundului ajunge la 8—10 mm. Ridică cleștele de gură și agitîndu-l puțin îl întoarce cu gura în sus, apoi îl introduce în forma finită, împingîndu-l pe furcă pînă la capăt.

Presuflătorul va respecta următoarele indicații :

— curățirea preformei cu peria la fiecare pauză ;

— menținerea preformei în stare bine încălzită ;

— netezirea atentă a urmelor de la tăierea cu foarfecele ;

— la borcane sticla va fi presuflată în sus, aproximativ atît cît este diametrul cleștelui de gură ;

— cioburile de pe placa preformei se vor îndepărta prin suflare cu aer comprimat.

**Suflarea finală (în forma finită).** După introducerea cleștelui de gură pe furcă, suflătorul închide forma finită cînd sticla a ajuns la circa 1 cm de fundul forme și deschide ventilul de aer comprimat pentru suflarea sticlei. Mașinile actuale au două sau trei forme finite pe placa rotativă. În modul acesta suflătorul nu mai așteaptă pînă la răcirea corespunzătoare a produsului, pentru că acesta face o rotație completă în jurul axului mașinii, iar cînd ajunge din nou în dreptul său, produsul este suficient de rigidizat. Atunci el deschide forma finită, scoate cleștele de gură de pe furcă și prin deschiderea acestuia depune produsul pe suport, de unde este preluat și transportat la cuptorul de recoacere.

Suflătorul trebuie să respecte următoarele indicații :

— să nu trîntească jumătățile de formă la închidere și să nu le smucească la deschidere ;

— cînd învîrtește formele să le prindă de mîner și nu de cheie ;

— cînd se sparge un produs în formă, se desface furtunul de la capul suflător și se suflă bine cioburile cu aer comprimat ;

— la depunerea produsului pe suport, desprinderea se va face ușor și fără smucituri, pentru a nu fisura gura articolului.

Aerul necesar pentru suflat la o mașină semiautomată este de 1,5—2 at, iar consumul de circa 0,5 m<sup>3</sup>/min.

Vidul necesar este de 40—50 mm Hg.

### 2.1.3. Organizarea lucrului

Echipa de lucru (scaunul) la mașinile semiautomate se compune din trei persoane și anume : culegător de priză (începător), presuflător și suflător. La aceștia se mai adaugă unul sau doi purtători, atunci cînd lipsește transportul mecanizat al produselor la cuptorul de recoacere. Atribuțiile echipei sînt repartizate între membrii ei ; pe lîngă atribuțiile directe se mai adaugă și operațiile pregătitoare ca aranjarea gurii de lucru a cuptorului, controlul mașinii și pregătirea sculelor. Pentru eliminarea timpilor morți din activitatea echipei, se impune preluarea lucrului din mers de la echipa precedentă și menținerea unui ritm de lucru ridicat fără stagnări. În modul acesta se obține o productivitate ridicată, cu pierderi tehnologice minime și fără a supune matrițele la șocuri termice dăunătoare.

Ritmul de lucru constant este mai indicat și pentru sticlari, fiind mai puțin obositor.

## 2.2. Fasonarea sticlei prin presare la prese semiautomate

Fasonarea prin presare semiautomată reprezintă o etapă intermediară între presarea manuală și presarea automată a sticlei. Operațiile care se mecanizează la această prelucrare sînt presarea propriu-zisă și schimbarea formelor, în timp ce culegerea prizei de sticlă și alimentarea formelor rămîne în continuare manuală.

Presa semiautomată (fig. 2.2) se compune dintr-o masă rotativă cu 4—6 forme de presare și 1—2 capete de presare cu pegluri montate deasupra mesei rotative. Presarea se execută cu aer comprimat de 2,5 at. Productivitatea unei astfel de prese, deși este mai mare decît a celei manuale, totuși este limitată de viteza posibilă de lucru a unui om (culegătorul de priză) care este de cel mult 10 culegeri de priză pe minut. Formația de lucru este ca și la presa manuală.

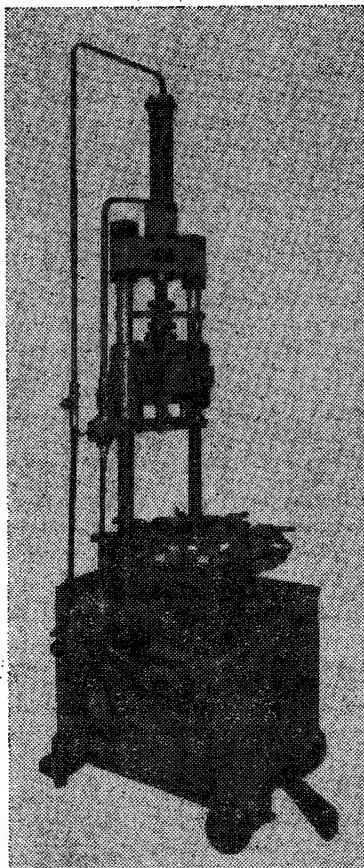


Fig. 2.2. Presa semiautomată.

### 2.3. Defecte care apar la prelucrarea sticlei cu mașini semiautomate. Cauzele și prevenirea lor

Cel mai răspândit defect la suflarea articolelor cu mașini semi-automate constă în neuniformitatea grosimii fundului.

Cauzele acestui defect sînt :

- mașina așezată înclinat ;
- furca mașinii așezată în poziție înclinată ;

— trepidații în timpul lucrului.

Pentru remedierea acestui defect se aduce mașina în poziție orizontală cu nivela cu bulă de aer, la fel și furca și se fixează bine mașina pentru a nu trepida.

Articolele prezintă știrbituri și crăpături mici sub coroană. Cauza este uzura bacurilor datorită căreia, la presuflare, articolul rămîne cu mici proeminențe. La închiderea formei finite aceste proeminențe se rup provocînd știrbituri. Pentru remediere se vor înlocui bacurile uzate.

Fisuri la dungile de închidere a formei. Cauza o formează descentrarea formelor, datorită încălzirii lor prea mari sau uzurii bolțului. În acest caz, se va repara sau înlocui bolțul și se vor răci formele cu aer de ventilator.

Articolele prezintă mici fisuri la gură sub coroană. Cauza : diametrul gîtului formei finite mai mic decît diametrul gîtului preformei. Bacurile nu sînt bine șlefuite, iar muchiile lor sînt prea ascuțite. Pentru remediere se va face diametrul preformei mai mic cu 1 mm decît diametrul formei finite și se vor șlefui bine bacurile.

Produsele prezintă asperități pe suprafață sau au dungi pronunțate. Cauza este uzura mare a formelor atît pe suprafață, cît și la închidere. Se vor îndrepta formele sau se vor înlocui.

Fisuri pe marginea fundului. Cauza : fundul formei finite este supraîncălzit sau nu este curățat de deșeurile provenite din arderea uleiului. Pentru remediere se va curăța și se va răci cu aer de ventilator precum și prin ungere.

Valuri pe suprafața produselor. Formele sînt prea reci sau se lucrează prea încet. Pentru remediere se va lucra mai repede și se va slăbi aerul de răcire.

Obiectele prezintă mustăți deasupra coroanei. Cauza : poansonul este prea mic, situat prea jos, sau nu este bine centrat. Se va potrivi poansonul.

Peretele articolului prezintă dungi de îngroșare (sticla este ruptă). Cauza : sticla este neomogenă, temperatura sticlei este prea mică sau insuficient presuflată în preformă. Pentru remediere se va ridica temperatura sticlei din cuptor și se va presufla mai bine.

La presarea semiautomată pot să apară aceleași defecte cu cele descrise la presarea manuală.

## Fasonarea sticlei la mașini automate

### 3.1. Generalități

Condițiile grele de lucru la fasonarea sticlei, determinate de temperatura ridicată a pastei pe de o parte și de volumul mare de manoperă pe de altă parte, la un nivel de îndemânare și experiență greu de dobândit pentru executarea corectă a produselor, au determinat introducerea pe scară largă a mecanizării și automatizării producției de serie a articolelor de sticlă.

Mașinile automate asigură o productivitate ridicată, concomitent cu execuția corectă și precisă a obiectelor de sticlă, utilizarea lor prezentând avantaje certe de ordin tehnic și economic pentru fabricarea produselor de serie mare. Ele execută ritmic, conform unui program bine determinat, toate operațiile din ciclul de fabricare a unui obiect fasonat, de la alimentarea cu pastă de sticlă pînă la obținerea produsului finit. Ritmul de funcționare a mașinii, respectiv productivitatea ei, sînt determinate de viteza cu care se pot desfășura principalele faze ale procesului și anume faza de fasonare și faza de rigidizare a produsului. Din anul 1903 cînd a apărut prima mașină automată (mașina Owens) cu primul alimentator automat, a început o dezvoltare rapidă a acestor mașini, dezvoltare care a dus la mașinile moderne care produc articole de la cele mai simple pînă la cele mai complicate, cu productivități de la 15 mii pînă la 600 mii bucăți în 24 h.

### 3.2. Criterii de clasificare a mașinilor automate

Mașinile automate pentru producerea obiectelor de sticlă se pot clasifica după următoarele criterii :

**După modul de acționare.** După forța motoare care le pune în mișcare, se deosebesc următoarele categorii :



— mașini automate pneumatice — acționate prin aer comprimat (mașina I. S. Lynch 10) ;

— mașini automate acționate mecanic prin intermediul diverselor mecanisme ca pîrghii, came etc. (mașina Roirant 7, Hartford 28) ;

— mașini automate acționate hidraulic prin lichide sub presiune (Lynch 44).

În construcția unei mașini automate complexe pot funcționa diverse tipuri de acționări ; mașina în ansamblu se încadrează în sistemul de acționare care predomină.

**După sistemul de alimentare.** Din acest punct de vedere mașinile automate se împart în :

— mașini alimentate prin vid (mașina Roirant A 6, Pötting AM 6/D) ;

— mașini alimentate prin fider (mașina Roirant R 7, I. S. etc.) ;

— mașini alimentate prin bandă continuă de sticlă (mașina Ribon, Corning).

**După modul de fasonare a produselor.** După acest criteriu se deosebesc următoarele categorii :

— mașini de fasonat prin simplă presare (toate presele automate) ;

— mașini de fasonat prin vid și suflare (mașina Roirant A 6) ;

— mașini de fasonat prin presare și suflare (mașina I. S., mașina Lynch I. P., Knox I. K., Lynch 44 etc.) ;

— mașini de fasonat prin suflare-suflare (mașina I. S., Pötting F. 14, Lynch 44, Roirant R. 7 etc.) ;

— mașini de fasonat prin presare — suflare — rotire (mașina Hartford 28 etc.) ;

— mașini de fasonat prin suflare -- rotire (mașina V. S. 24, J. B. 16 etc.).

**După sistemul de construcție și de mișcare.** Din acest punct de vede se deosebesc :

— mașini cu două mese și rotire intermitentă (mașina O'Neill, Lynch A, Lynch 10, Skoda AMCO etc.) ;

— mașini cu o singură masă și rotire intermitentă (mașina Lynch I. P., Lynch I. P. M., Knox I. K. etc.) ;

— mașini cu o singură masă și rotire continuă (mașina Roirant R 7, Olivoto, Hartford 28 ;

— mașini cu secțiuni așezate în linie (mașina I. S. ; Lynch 44 ; Pötting F 14, Putsch S. B. K. 22).

Din cele de mai sus, se constată marea varietate a mașinilor automate de fasonat topitura de sticlă, mașini care sînt în continuă perfecționare, pentru a produce obiecte cu un aspect cît mai plăcut, cu o rezistență cît mai mare și cu un preț cît mai mic.

- În expunerea ce urmează se grupează mașinile automate în :
- mașini automate pentru butelii, flacoane și borcane ;
  - mașini automate pentru baloane mari ;
  - mașini automate pentru pahare și alte articole cu pereți subțiri ;
  - mașini automate pentru articole presate.

### 3.3. Alimentarea mașinilor automate

Automatizarea fabricării produselor de sticlă, mult timp a fost condiționată de rezolvarea automatizării alimentării, operație extrem de importantă, de care depinde în mare măsură calitatea acestor produse.

Se cunosc în prezent patru sisteme de alimentare a mașinilor automate și nume :

- alimentarea prin culegătorul cu bilă ;
- alimentarea prin absorbție ;
- alimentarea prin fider cu picătură ;
- alimentarea prin bandă continuă.

#### 3.3.1. Alimentarea prin culegătorul cu bilă

Culegătorul cu bilă constă dintr-un braț de oțel refractar, prevăzut la un capăt cu o bilă de mulit sau alt material refractar, iar celălalt capăt este montat într-o instalație care poate deplasa brațul din gura cuptorului de topire pînă la mașina pe care o deservește. Acesta lucrează după principiul culegerii manuale a prizei. Deplasarea brațului cu bilă se efectuează cu ajutorul unei sănii, a cărei culisare poate fi reglată. Bila se rotește la culegerea prizei, avînd o rotire de culegere, o rotire de rupere a firului și o rotire de transport a prizei. După ce sticla a intrat în formă, este tăiată de foarfecele care a intrat în acțiune. Brațul cu bilă se deplasează apoi din nou spre gura cuptorului și reia ciclul. Vitezele de rotire precum și timpii de oprire dintre aceste mișcări se pot regla cu ajutorul unui releu de temporizare. Cursele culegătorului pot fi reglate pe verticală și lateral. El poate fi utilizat la mașinile de presat, presat-suflat și suflat-suflat. Caracteristicile culegătorului sînt prevăzute în tabelul 3.1.

Caracteristicile culegătorului cu bile.

Denumirea	Unități de măsură	Mărimea
Numărul de prize	buc/min	4—8
Greutatea prizei	g	20—2 000
Consum de curent	kW	2
Consum de aer	m <sup>3</sup> /h	25—30
Presiunea aerului	at	6

### 3.3.2. Alimentarea prin absorbție

Principiul acestui sistem constă în absorbția topiturii de sticlă dintr-o chiuvetă rotativă, în preforma mașinii, prin vidul creat în această preformă.

Chiuveta rotativă este legată de bazinul de lucru al cuptorului printr-un jgheab, care servește la alimentarea continuă a chiuvetei. Chiuveta se află sub o boltă și se încălzește, pentru menținerea temperaturii necesare sticlei. Pentru prelucrarea sticlei fiecare preformă trece prin topitura de sticlă în care coboară câțiva mm și prin vidul creat în interiorul ei, absoarbe cantitatea de sticlă necesară. Mișcându-se în continuare, se ridică deasupra nivelului sticlei, iar un cuțit taie firul de sticlă care mai unește sticla absorbită de cea din chiuvetă. Într-o variantă a acestui sistem, în bazinul de lucru al cuptorului, sub nivelul sticlei, este montat un disc rotativ din materialul refractar. Preforma absoarbe sticla în acest caz deasupra discului. Atît chiuveta cît și discul, prin rotația lor, asigură alimentarea preformelor cu topitură proaspătă și omogenă.

Preformele, avînd un volum constant, absorb aceeași cantitate de sticlă, asigurînd prin aceasta o greutate uniformă a produselor.

Avantajele acestei alimentări constau în :

- asigurarea greutății uniforme a produselor ;
- nu necesită răsturnarea bășicii după presuflare ;
- repartizarea bună a sticlei în pereții produsului.

Dezavantajele acestui sistem de alimentare sînt următoarele :

- consumul mare de combustibil ;
- reglarea dificilă a temperaturii în chiuveta rotativă ;
- uzura mare a preformelor ;
- dunga de tăiere care se observă sub forma unor asperități pe produsul finit.

Din aceste motive, utilizarea sistemului de alimentare prin absorbție este foarte redusă în prezent.

### 3.3.3. Alimentare prin fider cu picătură

Prin fider se înțelege un dispozitiv automat care are rolul de a alimenta mașinile automate de fasonare a sticlei cu prize de topitură denumite picături. Funcțiunile fiderului sînt următoarele :

- primirea masei de sticlă topită din bazinul de lucru al cup-torului ;

- omogenizarea termică a topiturii și condiționarea ei la temperatura necesară fasonării ;

- formarea picăturii de greutate, diametru și lungime bine determinate, în funcție de mărimea obiectului care se lucrează.

Deși ca sisteme și mărimi fiderile sînt diferite, în principiu ele au aceleași părți comune și anume :

- au sistem de încălzire cu arzătoare reglate automat pentru menținerea constantă a regimului termic necesar ;

- mecanism de formare a picăturii și alimentarea mașinii, care se compune din dispozitivul plungerului, cilindrului, pîlniei și foarfecelui ;

- sistem de acționare și de sincronizare cu mașina.

Acționarea fiderului poate fi pneumatică sau mecanică. Cele mai cunoscute tipuri de fidere sînt Emhart și Hartford.

Din punct de vedere constructiv fiderul constă dintr-un canal format din jgheab și chiuvetă, ambele din material refractar, montate într-un cadru metalic. Canalul acoperit cu o boltă tot din material refractar, mai are 1—2 registre care intră în topitură 2—3 cm, cu scopul de a opri trecerea stratului superior de topitură mai puțin afinat și un agitator pentru omogenizarea topiturii.

Fiderul poate fi echipat și reglat pentru alimentarea mașinilor automate cu simplă, dublă și chiar triplă picătură. În ultimii ani au fost realizate fidere cu încălzire electrică, care pot fi reglate mai precis din punct de vedere termic.

**Modul de funcționare.** După asigurarea jgheabului de scurgere și a bazinului de colectare a sticlei, coborîrea cilindrului la cîțiva milimetri de umărul chiuvetei și montarea pîlniei, începe să curgă șuvița de sticlă (fig. 3.1).

Se pornește cilindrul și plungerul, apoi foarfecile după asigurarea modului de răcire.

Se fixează viteza, greutatea și lungimea picăturii, prin reglarea cursei plungerului, a foarfecelui și ridicarea sau coborîrea cilindrului.

Cu acestea fiderul intră în regimul de lucru stabil.

În ultimii ani, pentru unele procedee de lucru foarte pretențioase din punctul de vedere al calității produselor sau al greutății

picăturii, a fost creat un nou sistem de fider încălzit electric, placat la interior cu foiță de platin și la care dispozitivele plungerului, cilindrului și pînlei sînt înlocuite cu un tub de platin-rodiiu, ce asigură suvița de sticlă din care foarfecele taie picătura (fig. 3.2.)

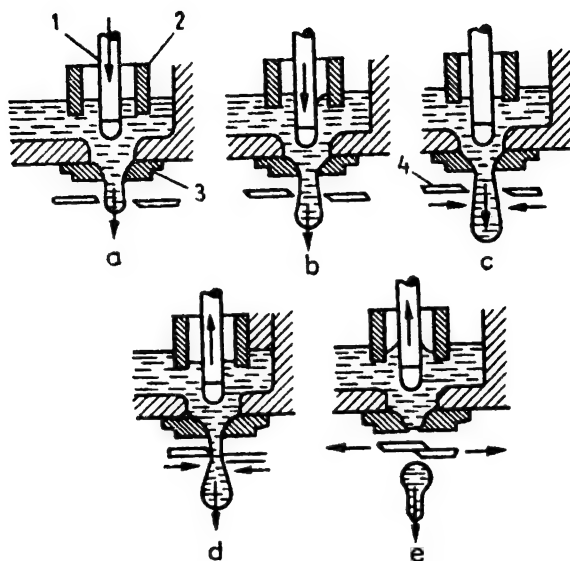


Fig. 3.1. Schema formării picăturii :

1 — plunger ; 2 — cilindru ; 3 — farfurie ; 4 — foarfece ;  
a — intrarea sticlei în farfurie ; b — lungirea picăturii ;  
c — coborîrea plungerului ; d — tăierea picăturii ; e — căderea în preformă.

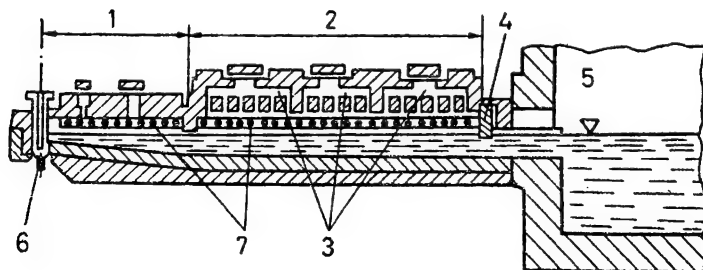


Fig. 3.2. Secțiune prin fider :

1 — zona de egalizare termică ; 2 — zona de condiționare termică ;  
3 — sistem de condiționare ; 4 — registru separator ; 5 — nivelul sticlei  
în vană ; 6 — orificiul cuvetă ; 7 — guri de arzătoare.

Întrucît în stadiul actual de dezvoltare, fiderile sînt prevăzute cu diferite sisteme foarte perfecționate din punctul de vedere al reglării parametrilor de funcționare la cele mai pretențioase cerințe, procedeul de alimentare prin picătură s-a impus, fiind cel mai răs-pîndit procedeu de alimentare a mașinilor automate.

Tabelul 3.2

Caracteristicile fiderului

Denumirea	Unități de măsură	Mărimea
Lungimea	m	2—10
Lățimea interioară	m	0,4—1,0
Temperatura de lucru	°C	1 090—1 250
Viteza de lucru	picături/min	6—360
Greutatea picăturii	g	10—3 600

### 3.3.4. Alimentarea prin bandă

În acest sistem alimentarea constă tot dintr-un plunger care împinge topitura de sticlă din canalul de alimentare prin orificiul de evacuare și dintr-un sistem de role care prin rotirea lor formează din sticla evacuată o bandă continuă.

Alimentarea prin bandă continuă este foarte puțin răspîndită, fiind utilizată numai la mașinile de foarte mare productivitate Corning-Ribon existente în S.U.A.

## 3.4. Mașini automate pentru butelii, flacoane și borcane

### 3.4.1. Mașina Lynch A

Este o mașină ce lucrează pe principiul suflat-suflat, fiind acționată pneumatic (fig. 3.3). Se compune din două mese rotative, dințate pe circumferință, susținute fiecare de cîte un montant puternic, bine fixat pe placa de bază a mașinii.

Mesele rotative sînt angrenate de către o roată intermediară, care le rotește sincronizat în același sens.

Pe prima masă se montează turelele în care se fixează preforme, iar pe cealaltă turelele în care se fixează formele finite. Pe lîngă acestea mai sînt dispozitivele care execută mișcarea meselor

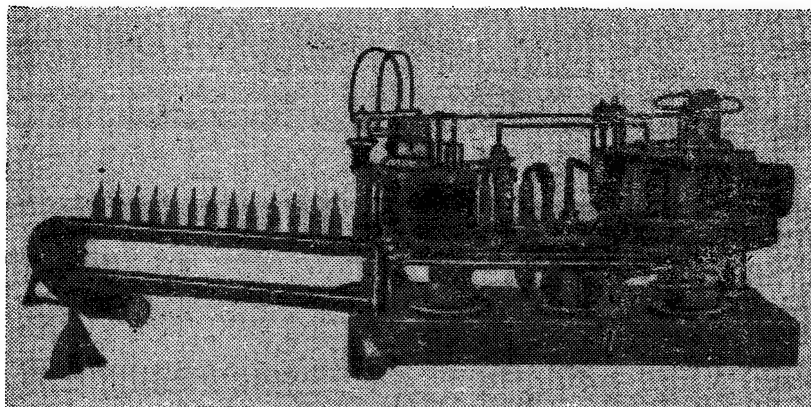


Fig. 3.3. Mașina Lynch A.

rotative, închiderea și deschiderea formelor, blocarea și deblocarea formelor, mișcarea dispozitivelor de suflat etc.

Mașina este plasată cu preformele spre cuptor, astfel ca axa primei poziții a preformelor să treacă prin centrul pilniei fiderului. În această poziție forma se află cu gura în jos împreună cu forma de gură, iar poansonul se află sub ele. Picătura de sticlă intră în formă prin pilnie și este presată de aerul comprimat prin capul suflător. După această operație capul suflător se ridică, pilnia se deplasează într-o parte și poansonul coboară, iar masa rotativă se rotește cu  $60^\circ$ , în care timp forma primă împreună cu forma de gură se rotește cu gura în sus, oprindu-se în poziția următoare. În această poziție fundul formei închide partea inferioară a preformei, iar la partea superioară prin capul suflător care se așază pe forma de gură, se suflă aer comprimat până se obține bășica. După suflarea bășicii capul suflător se ridică și fundul formei coboară, iar masa rotativă mai face o rotație de  $60^\circ$  ajungând în poziția 3. În această poziție preforma se deschide, iar bășica suspendată de cleștele de gură este preluată de forma finită.

După o nouă rotire de  $60^\circ$  a mesei rotative, bășica ajunge în poziția 4, unde este suflată cu aer comprimat pentru definitivarea fasonării și rigidizare.

După altă rotire de  $60^\circ$  forma finită ajunge în poziția 5, unde se continuă suflarea de rigidizare cu aer comprimat. În acest timp preforma ajunge în poziția 5', unde se rotește cu  $180^\circ$ . Masa rotativă continuând să se rotească ajunge în poziția 6, unde forma finită se deschide, iar produsul finit este luat de ghiară și depus pe banda de

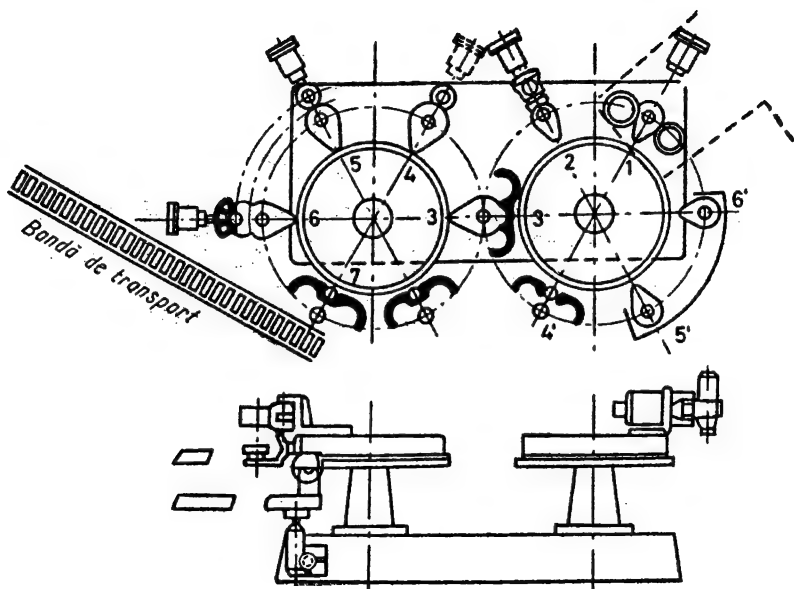


Fig. 3.4. Schema de funcționare a mașinii Lynch A.

transport. În același timp preforma cu gura în jos a ajuns în poziția 1 sub pîlnia fiderului, pentru a primi o nouă picătură (fig. 3.4). Produsele finite sînt transportate mai departe la cuptorul de recoacere.

Ulterior mașinii i s-au adus următoarele completări :

- suporturi de fund și poanson de gură la fiecare preformă ;
- fasonarea gurii prin vid ;
- capete suflătoare individuale pentru formele finite ;
- dublarea picăturii.

Cu aceste perfecționări producția mașinii a crescut sensibil, îmbunătățindu-se și calitatea produselor. Mașina poate fi construită pentru 6 preforme și 6 forme finite, precum și 8 preforme și 8 forme finite.

În general mașina produce articole de 200—3 800 cm<sup>3</sup>.

Pentru articole de 15—180 cm<sup>3</sup> se utilizează mașina Lynch B, care funcționează în mod similar cu cea descrisă, fiind însă de dimensiuni mai mici.

Capacitatea de producție a acestor mașini este dată în tabelul 3.3.



Productivitatea mașinilor Lynch A și B

Produsul	Capacitatea cm <sup>3</sup>	Productivitatea buc/h	Mașina
Butelii :	1 000	650	Lynch A
	500	850	Lynch A
	250	1 000	Lynch A
Flacoane :	180	1 050	Lynch B
	100	1 300	Lynch B
	50	1 400	Lynch B

### 3.4.2. Mașina automată Roirant A 6

Aceasta este o mașină cu șase brațe care se alimentează prin absorbție, aspirind priza de sticlă în preformă.

Se compune din două mese rotative sincronizate care se mișcă intermitent, fiind angrenate pentru a se roti în sensuri opuse. Pe prima masă, care se află spre cuptor, sînt montate preformele, iar pe cealaltă masă formele finite. La fiecare mișcare a mesei o preformă coboară și se cufundă în topitura de sticlă, în vederea absorbției cantității de sticlă necesară pe care o transferă apoi la forma finită.

Aționarea mașinii se face mecanic prin intermediul dispozitivului „crucea de Malta”, fiind pusă în mișcare de un motor electric cu variator de viteză.

Fiecare deplasare a meselor este de cîte 60°.

Alimentarea mașinii prin absorbție se realizează dintr-o vană rotativă cu mișcare intermitentă corelată cu rotirea meselor și alimentată la rîndul ei din bazinul de lucru al cuptorului printr-un jgheab de scurgere. În vederea menținerii nivelului sticlei cît mai constant, jgheabul este prevăzut cu două registre pentru reglare.

Procesul tehnologic de fabricație (fig. 3.5.) se desfășoară astfel :

După ce masa rotativă a făcut o mișcare de 60° ajunge în poziția 1 unde preforma coboară și se cufundă cîtiva mm în masa de sticlă. Prin aspirarea aerului din preformă, aceasta se umple complet de pastă de sticlă. Îndată ce s-a terminat aspirarea preforma se ridică, iar un cuțit alunecă razant la capătul inferior al preformei și taie vîna de sticlă. Masa se rotește din nou și ajunge în poziția 2, unde un fund-tampon închide orificiul de aspirație a sticlei. Poansonul se ridică puțin, dînd posibilitate aerului comprimat să sufle în golul produs de poanson.

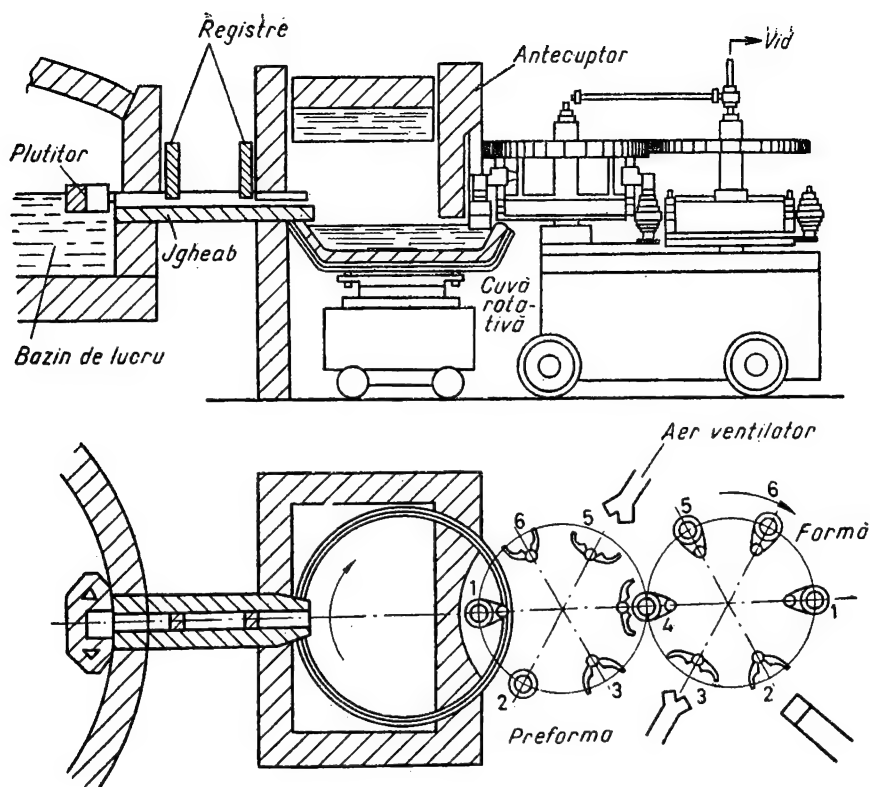


Fig. 3.5. Schema de funcționare a mașinii Roirant A 6.

După o nouă mișcare masa ajunge în poziția 3, unde preforma se deschide, iar bășica suspendată de cleștele de gură și sprijinită pe alt fund-tampon, este suflată cu puțin aer comprimat. Aerul comprimat se reglează astfel, ca golul produs să nu depășească  $\frac{1}{3}$  din lungimea bășicii. După altă mișcare preforma ajunge în poziția 4, unde se deschide și cleștele de gură, ce predă bășica formei finite. Când forma finită ajunge în poziția 5, începe suflarea bășicii prin aspirarea aerului dintre bășică și preformă. În poziția 6 se continuă această suflare. În poziția 7 forma finită se deschide, iar articolul rigidizat este împins de un braț pe jgheab, spre cuptorul de recoacere. Preforma după ce a predat bășica în poziția 4 ajunge în poziția 5', unde este răcită cu aer de ventilator și apoi în poziția

6' unde este pulverizată cu aer comprimat și ulei. De aici ajunge iar în poziția 1, unde coboară pentru o nouă alimentare.

Omogenitatea termică a pastei de sticlă din cuva rotativă este deranjată de contactul preformelor cu sticla, de tăierea vînei care se întinde din preformă și de vîna caldă ce vine din bazinul de lucru.

Pentru a nu fi influențată calitatea produsului, unghiul de rotație al cuvei rotative este diferit de cel al mașinii, astfel că preformele aspiră sticlă din același loc al cuvei numai după patru rotații. În modul acesta se asigură reomogenizarea topiturii de sticlă absorbită de preformă.

Caracteristicile de producție ale mașinii sînt redată în tabelul 3.4 din care se poate constata variația vitezei de lucru în funcție de mărimea produselor.

*Tabelul 3.4*

**Caracteristicile de producție ale mașinii Roirant A 6**

Denumirea	Unitatea de măsură	Mărimea
a) Domeniul de producție al buteliilor :		
capacitate	cm	250—2 000
înălțime	mm	150—360
Φ maxim la butelie	mm	120
Φ la gură	mm	36—60
b) Productivitate	buc/h	800—1 300
c) Consumuri :		
Aer de compresor de 1—3 kgt/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h	70
Vid de 85 %	m <sup>3</sup> /h	900
Aer de ventilator de		
200—365 mm H <sub>2</sub> O	m <sup>3</sup> /h	20 000
Energie electrică	kW	60
d) Randament de fabricație	%	85—88

### 3.4.3. Mașina automată Lynch W.M. — 10

Este o mașină acționată pneumatic, alimentată prin picătură și care lucrează prin procedeul presat-suflat.

Se compune, în principal, dintr-o masă rotativă cu 10 forme și din sistemele de acționare și reglare a diverselor mișcări. Masa rotativă cu preformele așezate deasupra formelor finite, se rotește intermitent.

Fazele procesului tehnologic de fabricație (fig. 3.6) sînt următoarele :

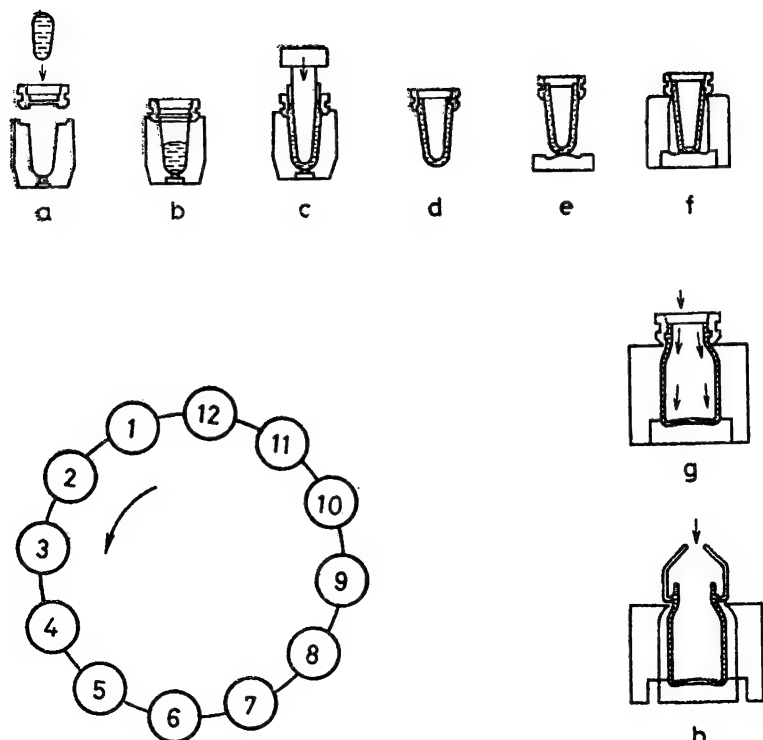


Fig. 3.6. Schema de funcționare a mașinii Lynch W.M. 10.

În poziția 1 alimentarea preformei cu picătura de sticlă primită din pîlnia fiderului, după așezarea inelului de gură deasupra preformei (detaliile a și b).

În poziția 2 poansonul coboară în preformă și presează sticla formînd gura produsului la dimensiunile finite și peretele bășicii (detaliul c). După presare poansonul se ridică, preforma se îndepărtează și se ridică fundul formei finite, iar masa se rotește ajungînd în poziția 3. Bășica rămasă liber atîrnată de gura formei, se întinde sub greutatea proprie pînă la forma de fund (detaliile d și e). Masa rotindu-se mai departe ajunge în poziția 4. Aici forma finită se închide în jurul bășicii și are loc prima suflare (detaliul f). În pozițiile 5 și 6 au loc următoarele etape de suflare pentru fasonarea produsului la dimensiunile finite (detaliul g).

În poziția 7 se face răcirea produsului în vederea rigidizării formatului (detaliul g).

În poziția 8 forma finită se deschide, iar produsul este scos cu ajutorul unei gheare (detaliul h).

În poziția 9 are loc suflarea de răcire a formelor și apoi închiderea lor. În poziția 10 preforma se închide pentru a începe un nou ciclu de fabricație.

Cu această mașină se lucrează produse cu gura largă, cum sînt borcanele. Caracteristicile de producție ale mașinii sînt prevăzute în tabelul 3.5.

*Tabelul 3.5*

**Caracteristicile de producție ale mașinii Lynch M.W.10**

Denumirea	Unități de măsură	Mărimea
a) Domeniul de producție pentru borcane:		
Capacitate	cm <sup>3</sup>	100—2 000
Φ maxim	mm	120
H maxim pînă la gît	mm	200
b) Productivitate	buc/min	20—50
c) Utilități:		
Aer de compresor de 2,8 kgf cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /min	5,5
Aer de ventilator de 250 mm H <sub>2</sub> O	m <sup>3</sup> /min	240

### 3.4.4. Mașina automată de flacoane Pötting A.M.6/D

Este o mașină cu acționare mecanică, alimentată prin absorbție și care lucrează prin procedeul suflat-suflat cu rotire continuă.

Se compune din batiu, masa rotativă formată dintr-un ax central cu brațe și sistemul de distribuire a vidului și aerului comprimat. Are șase posturi de lucru. Fiecare post este format din preformă, formă finită, cuțit de tăiere a sticlei și tacheți individuali de comandă. Preformele sînt așezate deasupra formelor finite pe masa rotativă, care se rotește continuu în timpul fabricației cu o viteză de 1,8—8 rot/min. Mișcările de închidere, deschidere, urcare și coborîre a formelor, preformelor precum și a cuțitului de tăiere se realizează cu ajutorul sistemului de came fixe și tacheți mobili. Fiecare post de lucru mai este dotat cu formă de gură și cap de absorbție suflare, ceea ce le oferă o independență de funcționare.

Procesul de producție se desfășoară continuu. Cînd preforma trece pe deasupra cuvei coboară cu circa 50 mm, intrînd în topitura de sticlă 3—5 mm și absoarbe cantități de sticlă necesară. Preforma mișcîndu-se în continuare se ridică, iar cuțitul taie sticla de la fundul ei, revenind apoi în poziție inițială. Preforma trecînd de cuvă începe să se deschidă, iar forma finită ridicată se deschide și ea. De la deschiderea preformei cînd priza de sticlă a rămas suspen-

dată în gura de formă, se produce presuflarea prizei cu ajutorul aerului, pînă cînd bula de aer formată ajunge la circa 1/3 din lungimea prizei.

În continuare forma finită se închide preluînd bășica, după care începe suflarea definitivă a produsului, cu ajutorul vidului.

Aceasta se termină la deschiderea forme de gură, cînd forma finită cu produsul coboară în planul vertical. Pe acest parcurs preforma începe să se închidă, iar cînd ajunge deasupra cuvei coboară pentru o nouă absorbție. După coborîre forma finită continuă să se deplaseze, pînă începe să se ridice, și se deschide, lăsînd flaconul rigidizat să cadă pe un jgheab, spre banda de transport a cuptorului de recoacere. După ridicare forma finită va prelua o nouă bășică de la preformă, repetîndu-se ciclul de fabricație.

Caracteristicile de producție ale mașinii sînt cele prezentate în tabelul 3.6.

*Tabelul 3.6*

**Caracteristicile de producție ale mașinii Pötting**

Denumirea	Unitatea de măsură	Mărimea
Domeniul de producție pentru flacoane		
capacitate	cm <sup>3</sup>	5—250
Φ maxim	mm	85
H maxim pînă la gît	mm	200
Productivitate	buc/24 h	24 000—60 000

### 3.4.5. Mașina automată Schwartzkopff K.S. 6

Este tot o mașină cu acționare mecanică, alimentată prin absorbție, care lucrează prin procedeul suflat-suflat cu rotire continuă.

Se compune din șasiu, dispozitivul mecanic de comandă, calea de rulare cu camele și tacheții de comandă, corpul cilindric pentru distribuirea aerului comprimat și din grupul rotativ de șase posturi. Cele șase posturi au independență de funcționare, care le permite să lucreze articole ale căror dimensiuni, greutate și format pot să varieze pînă la o anumită limită și anume 25 mm la înălțime și 30% la greutate. Posturile de lucru pot fi individual demontate pentru reparație și înlocuite cu postul de rezervă.

Ca mod de funcționare seamănă cu mașina Pötting A.M. 6/D, cu deosebirea că ea poate lucra și cu forme duble pentru capacități pînă la 50 cm<sup>3</sup>.

Mașina poate produce articole cu capacitate de 5—500 cm<sup>3</sup>. Capacitatea de producție variază pentru forme simple de la 20 000—70 000 buc/24 h, iar pentru forme duble de la 98 000 la 114 000/24 h.

### 3.4.6. Mașina automată Putsch 23

Aceasta este o mașină cu trei secțiuni în linie, alimentată prin fider și acționată pneumatic, care lucrează prin procedeul presat-suflat (fig. 3.7.). Se compune din următoarele părți :

— sistemul preformelor și formelor finite ;

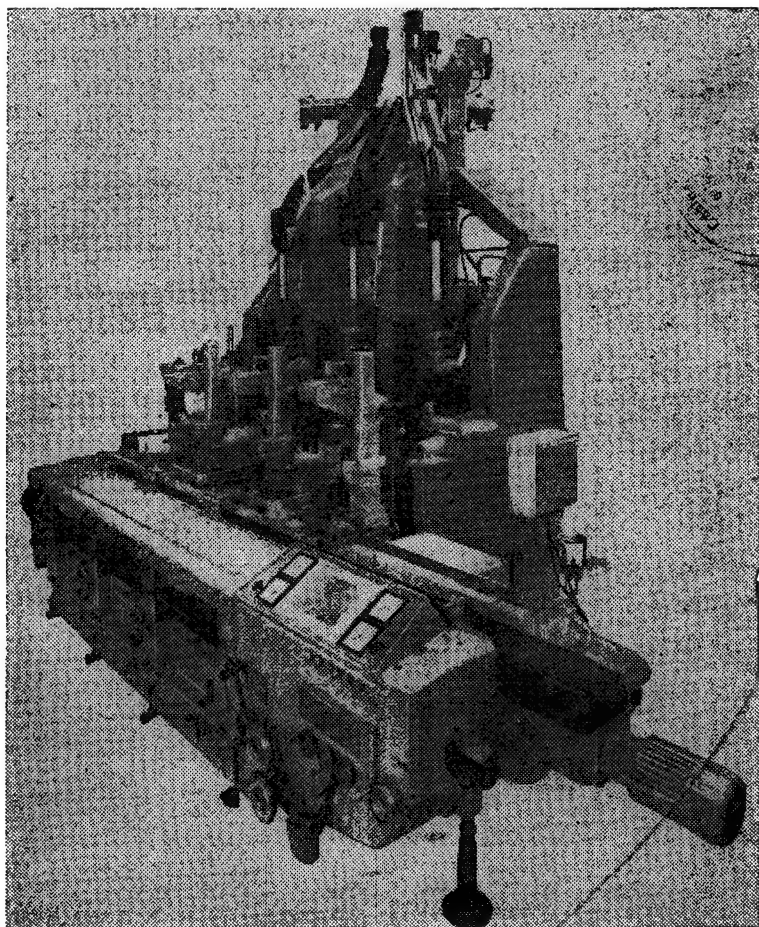


Fig. 3.7. Mașina Putsch 23.

- sistemul de acționare a preformelor ;
- sistemul de pîrghii de comandă ;
- sistemul de brațe pivotante ;
- sistemul de circulație și de reglare a aerului tehnologic ;
- instalația de conducte pentru vid ;
- sistemul de gradare în trepte a presiunii de suflare definitivă.

Funcționarea brațelor pivotante care fac transferul bășicii din preformă în formă finită, se poate regla prin ventile speciale după necesitățile articolului. Mișcarea de pivotare a capului de suflare se realizează cu un piston pneumatic.

Modul de funcționare a mașinii este următorul :

Picătura de sticlă din pilnia fiderului cade prin sistemul de jgheaburi în preformă. Imediat după cădere, capacul închide preforma, iar aerul comprimat prin capac presează picătura în cleștele de gură, pentru formarea gurii produsului. În continuare urmează suflarea bășicii, cu aer comprimat. După terminarea acestei suflări, capacul preformei se deplasează lateral, preforma se deschide și bășica rămîne susținută în cleștele de gură, prins în brațul pivotant. Acesta execută o rotație de  $180^\circ$  și predă bășica forme finite, care imediat se închide. În această poziție cleștele de gură se deschide, iar brațul pivotant revine la poziția inițială în preformă, pentru a primi o nouă picătură. După ce bășica a fost prinsă prin gîtul ei în forma finită, începe să se alungească. În același timp capul de suflare se fixează pe formă și începe suflarea definitivă a articolului. După terminarea suflării definitive forma se deschide, iar produsul este prins de gheara pneumatică, ce îl scoate și-l depune pe un taler de răcire. De aici o clapă îl împinge pe banda de transport, care-l duce la cuptorul de recoacere.

Caracteristicile de producție ale mașinii sînt prezentate în tabelul 3.7.

Tabelul 3.7

Caracteristicile de producție ale mașinii Putsch 23

Denumirea	Unitatea de măsură	Mărimea
Diametrul maxim al gurii articolului	mm	68
Diametrul maxim al corpului articolului	mm	120
Lungimea articolului pînă la gură	mm	90—320
Număr de picături	buc/min	10—30
Randament	%	85
Aer comprimat de 3,5 atm	m <sup>3</sup> /min	4,2
Vid de 90%	m <sup>3</sup> /min	2,5
Aer de ventilator 300 mm H <sub>2</sub> O	m <sup>3</sup> /min	120
Curent electric	kW	1,5



### 3.4.7. Mașina automată Roirant R.7

Această mașină (fig. 3.8) cu funcționare continuă, acționată mecanic și alimentată prin fider, este destinată fabricării buteliilor de serie mare.

Se compune din următoarele părți :

— masa rotativă pe care sînt fixate periferic formele finite în suporturile lor. Mașina este prevăzută cu șapte seturi de forme, fie-

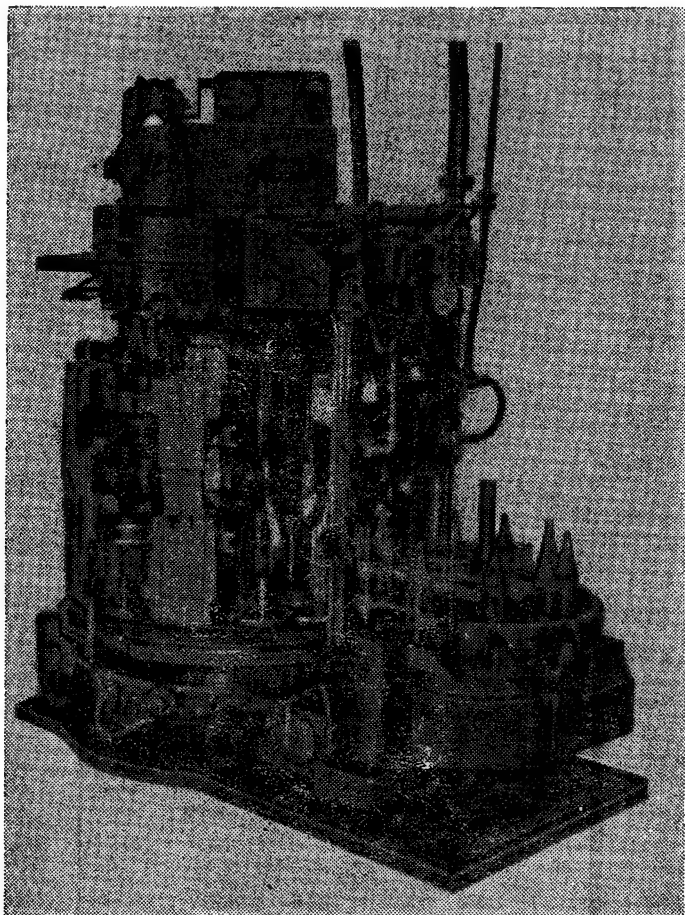


Fig. 3.8. Mașina Roirant R.7.

care set fiind format din : pîlnie, preformă, clește de gură și formă finită. Preformele sînt așezate deasupra formelor finite ;

— masa rotativă mică situată la același nivel cu prima masă și care servește la răcirea fundurilor buteliilor primite din mașină ;

— mecanismul de acționare a mașinii format dintr-un grup moto-variator, un dispozitiv de angrenare cu came care asigură toate mișcărilor mașinii ;

— instalația de răcire a formelor și buteliilor ;

— instalația de gresaj automat dotată cu injectoare de înaltă presiune ;

— mecanismul de sincronizare a mașinii cu fiderul ;

— tabloul de comandă cu aparatura de comandă și control a mașinii.

Funcționarea mașinii (fig. 3.9) se desfășoară în felul următor :

În poziția 1 preforma primește picătura de sticlă de la fider, prin pîlnia montată deasupra ei. Cînd picătura pătrunde în preformă, ea este absorbită cu vid în cleștele de gură, așezat în partea inferioară a preformei, în vederea formării gurii buteliei. După trecerea picăturii pîlnia se retrage, iar fundul preformei o acoperă.

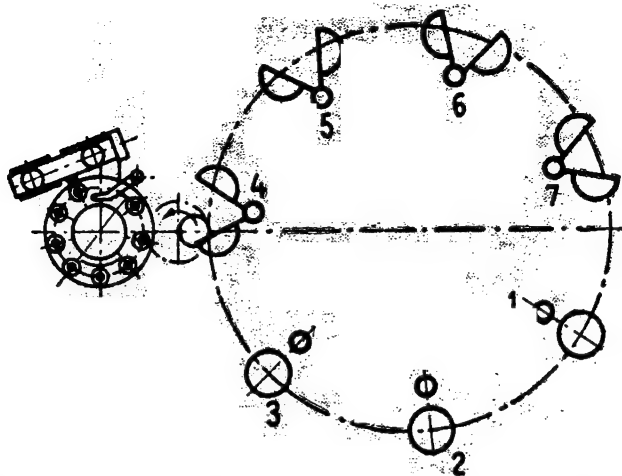


Fig. 3.9. Schema de funcționare a mașinii Roirant R.7.

Preforma fiind acum închisă, începe presuflarea picăturii cu ajutorul aerului comprimat. Această presuflare continuă și în pozițiile 2 și 3, pînă cînd bășica ajunge aproape de fundul preformei. În dreptul poziției 4, fundul preformei se ridică, iar preforma se deschide. În-

tre pozițiile 4 și 5 cleștele de gură cu bășica începe să se rotească de sus în jos în planul vertical al mașinii și după ce face o răsturnare de 180° este preluat de forma finită, care se găsește dedesubt și care, între timp, s-a deschis.

După preluarea bășicii forma finită se închide și din poziția 6 începe formarea buteliei, prin vidul care se creează între bășică și pereții forme. Această operație de fasonare definitivă a buteliei începe în poziția 7 și continuă în pozițiile 1, 2 și 3, prin creșterea intensității vidului.

### 3.4.8. Mașina automată Roirant S.10

Ultimul tip de mașină Roirant este S.10. Ea lucrează pe aceleași principii funcționale ca și mașina Roirant R.7, de care se deosebește prin faptul că are 10 posturi de lucru (tabelul 3.8).

Capacitatea medie de fabricație a mașinilor R.7 și S.10 se calculează cu următoarea formulă :

$$\text{pentru simplă picătură} \quad V_m = \frac{48\,000}{340 + g}$$

$$\text{pentru dublă picătură} \quad V_m = \frac{84\,200}{396 + g}$$

$V_m$  fiind numărul mediu de butelii pe minut, iar  $g$  greutatea buteliei în grame.

Randamentul mașinii este de 85% pentru dublă picătură și 90% pentru simplă picătură.

Tabelul 3.8

Caracteristicile de producție ale mașinilor Roirant R7 și S10

Denumirea	Unitatea de măsură	Simplă picătură		Dublă picătură	
		R. 7	S. 10	R. 7	S. 10
Diametrul exterior maxim al gurii	mm	40	40	32	32
Diametrul maxim al corpului	mm	90	90	70	70
Înălțimea totală	mm	160—372	120—300	160—372	120—300
Numărul de bucăți	buc/min	26—65	35—94	56—128	94—170
Aer comprimat de 0,8—3 kgf/cm <sup>2</sup>	l/min	4	12	7	16
Aer de ventilator de 500—600 mm H <sub>2</sub> O	m <sup>3</sup> /s	8	12	9	13
Aer de ventilator de 120—220 mm H <sub>2</sub> O	m <sup>3</sup> /s	2,5	5	2,5	5
Vid de 85%	l/min	16	23	28	33
Consum total de energie electrică	kW	120	200	175	275

### 3.4.9. Mașina automată Lynch 44

Este o mașină universală pentru fabricarea articolelor suflate dispusă în linie cu 2—4 secțiuni care pot lucra independent, alimentată prin picătură și acționată hidraulic. Poate să lucreze prin procedeul presat-suflat sau suflat-suflat, cu o singură picătură sau cu dublă picătură.

Fiecare secțiune are trei poziții de lucru simultane : poziția primară, de suflare și de predare.

Folosirea sistemului hidraulic prezintă următoarele avantaje :

- dirijarea mai bună a mecanismelor la viteze mari ;
- lichidul de comandă nefiind compresibil, acționează instantaneu ;
- acționarea hidraulică asigură mișcare fără șocuri.

Construcția mașinii este însă foarte complicată, fapt ce se răsfinge asupra costului ei mult mai ridicat.

### 3.4.10. Mașina automată I. S. Hartford

Aceasta este o mașină cu acționare pneumatică, alimentată prin fider și care este formată din secțiuni statice independente, așezate în linie (fig. 3.10).

Mașina poate avea de la una la zece secțiuni, fiecare secțiune având două poziții de funcționare, una pentru preformarea produsului și cealaltă pentru formarea definitivă. Secțiunile fiind independente, mașina poate lucra concomitent produse diferite ca format, dar cu greutate și viteze de lucru egale. Mașina poate lucra prin procedeul suflat-suflat sau presat-suflat cu simplă, dublă sau triplă picătură.

Mașina I. S. Hartford se compune din următoarele subansambluri de bază :

— batiul mașinii care servește ca suport pentru mesele secțiunilor și implicit a mecanismelor, cum și pentru arborele principal de antrenare ;

— mecanismul de închiderea și deschiderea preformelor și formelor finite, care este acționat pneumatic ;

— mecanismul dispozitivelor de prindere și sprijinirea preformelor și formelor finite ;

— tamburul de reglare-cuplare și blocul de ventile care comandă mișcările mecanismelor și desfășurarea întregului proces de obținere a produselor, fiind considerat centrul de comandă al mașinii ;

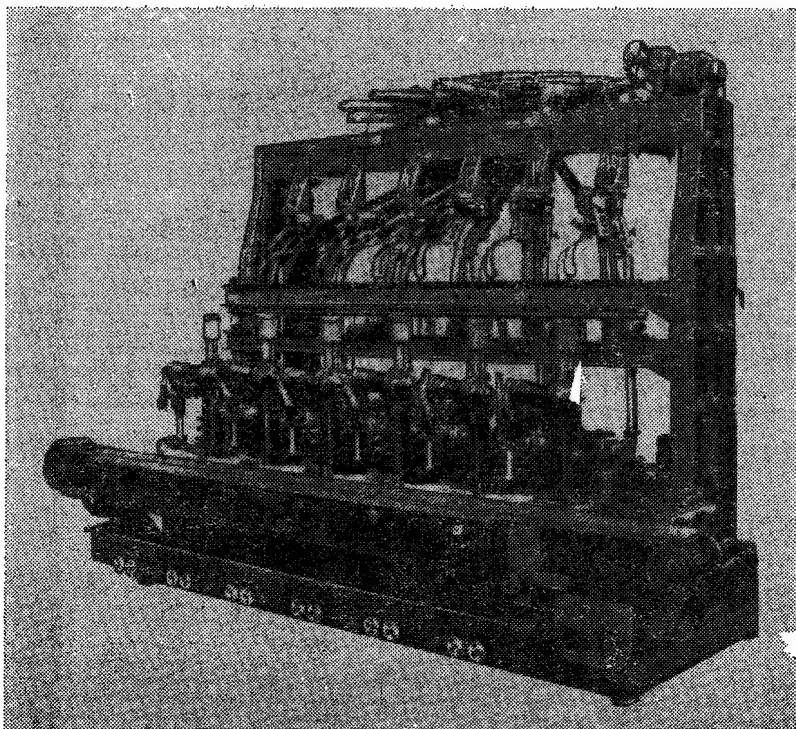


Fig. 3.10. Vedere generală a mașinii I.S. Hartford cu 6 stațiuni.

— mecanismul sistemului de jgheaburi, care are rolul de a transmite picătura de sticlă de la pîlnia fiderului pînă în preformă și care se compune din jgheabul superior, mijlociu și inferior ;

— mecanismul inelului picăturii care servește la ghidarea picăturii în preformă, pentru obținerea condițiilor constante de încălzire ;

— mecanismul fundului preformei ce formează fundul bășicii și alimentarea cu aer pentru formarea gurii produsului ;

— mecanismul peglului care dirijează mișcările peglului în vederea formării gurii produsului și alimentarea cu aer de presuflarea bășicii ;

— mecanismul formei de gură care servește la executarea mișcării de rotire cu  $180^\circ$ , pentru ducerea și plasarea formei de gură de la preformă la forma finită și înapoi ;

— mecanismul capului de suflare, care realizează suflarea definitivă a bășicii preformate, transformind-o în produs finit ;

— mecanismul greiferului care prin brațul și capul de greifer preia articolele gata finisate din forma finită și le depune pe placa de răcire.

Ca anexe ale mașinii sînt banda de transport a produselor la cuptorul de recoacere și echipamentele de trecere de la simplă la

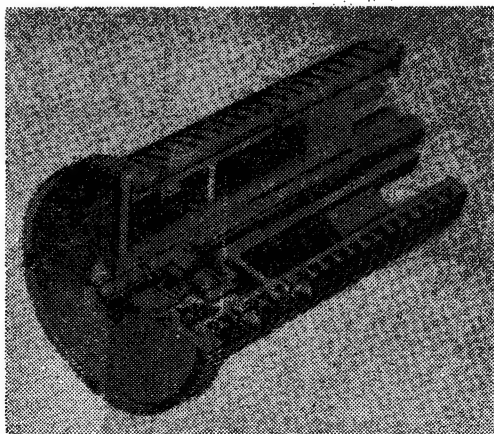


Fig. 3.11. Tamburul de reglare-cuplare.

dublă sau triplă picătură și de la procedeul suflat-suflat la presat-suflat.

Sincronizarea mașinii I.S. cu fiderul se face prin utilizarea sistemului Selsyn, care prin motoare cu inele colectoare și rotoare identice asigură această sincronizare (fig. 3.11).

Ungerea suprafețelor de glisare și frecare ale mașinii I. S. se asigură prin utilizarea următoarelor sisteme de ungere :

- gresoare de ulei reglabile cu indicarea nivelului ;
- sistemul de ungere Bijur pentru mecanismul jgheabului superior, arborele de antrenare și tamburul de cuplare ;
- sistemul central de ungere automată pentru toate mecanismele și lagărele mașinii, inclusiv fiderul și benzile de transport.

**Modul de funcționare.** La închiderea preformei cleștele de gură și peglul se găsesc la baza preformei în vederea formării gurii, iar inelul de picătură este așezat deasupra. Picătura de sticlă după ce a fost tăiată de foarfece, trece prin inelul de picătură care o conduce în preformă (detaliu fig. 3.12, a). Imediat după intrarea picăturii în preformă, fundul acesteia este pivotat cu ajutorul unui braț

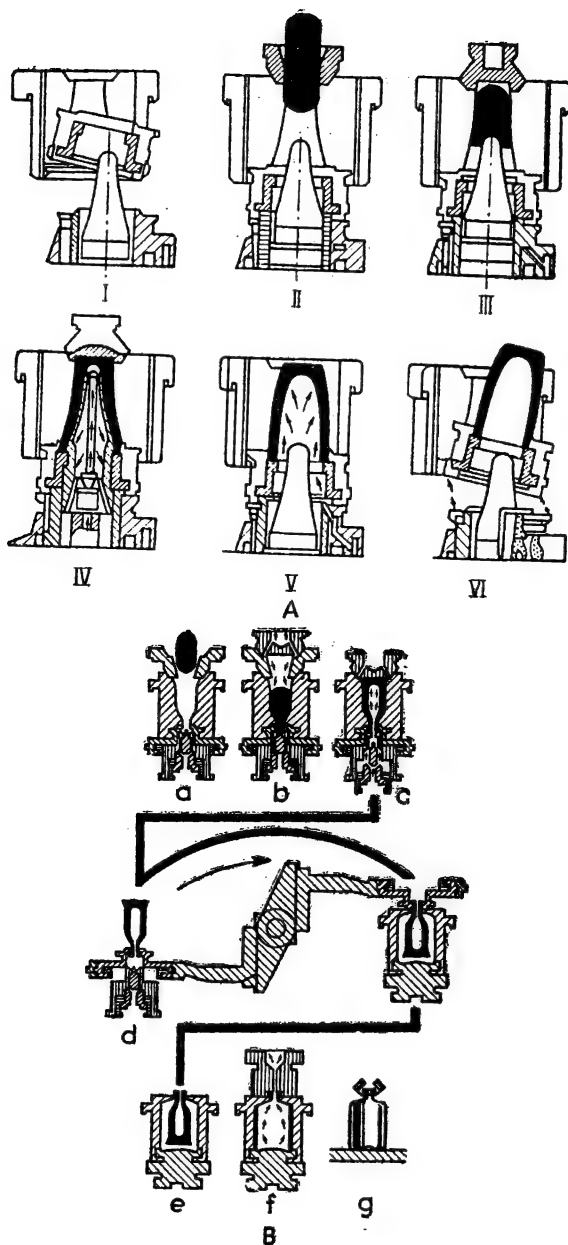


Fig. 3.12. Fazele de fasonare la mașina I.S. prin procedeul presat-suflat (A) și suflat-suflat (B).

deasupra inelului de picătură, în vederea primei suflări care apasă picătura de sticlă în jos, fasonînd astfel gura articolului (detaliul b). După o suficientă suflare a formatului gurii, fundul preformei se ridică, iar inelul de picătură pivotează lateral. Fundul preformei revine și închide preforma la partea de sus. În această poziție are loc suflarea preliminară cu aer comprimat în vederea formării bășicii (detaliul c).

După terminarea formării bășicii, fundul preformei pivotează într-o parte și preforma se deschide. Bășica cu gura în jos este ținută numai în cleștele de gură, fixat în brațul de inversare. În continuare bășica este transferată printr-o rotire de  $180^\circ$  a brațului lui de suflare (detaliul f). După terminarea suflării definitive forma finită se închide (detaliul d). După închiderea formei finite cleștele de gură se deschide, iar bășica se așază cu inelul gurii pe muchia superioară a formei finite. Brațul de inversare împreună cu cleștele de gură revine apoi din nou la baza preformei, pentru a demara un alt ciclu de formare a bășicii. Rămasă în forma finită, bășica se alungește datorită greutateii sale (detaliul e). Concomitent cu alungirea bășicii este pivotat deasupra formei finite capul de suflare. Prin aceasta se face suflarea definitivă a bășicii preformate, transformînd-o în produs finit. La articolele mai groase, în același timp cu suflarea definitivă, are loc și un efect de răcire prin circulația aerului de suflare (detaliul f). După terminarea suflării definitive forma finită se deschide, iar produsul rămîne pe placa de fund a formei. În această poziție, brațul greiferului pivotează spre forma finită și prinde, cu ajutorul ghiarelor, produsul pe care îl ridică și îl depune pe placa de răcire (detaliul g). După o răcire eficientă care să asigure rigidizarea suficientă a produsului, acesta este împins cu ajutorul brațului raclet pe banda de transport, care îl duce la cuptorul de recoacere.

În cazul procedurii presat-suflat, utilizat la obținerea produselor cu gura largă, fazele de fasonare sînt aceleași. În pozițiile a, b și c intervine însă o mică modificare, în sensul că peglul de diametru mic, care servește la formarea gurii, este înlocuit cu un peglu mai lung și diametru mai mare. După cum se poate vedea în fig. 3.12 detaliul I prezintă reîntoarcerea cleștelui de gură în preformă pentru a primi picătura de sticlă. În continuare preforma se închide cu cleștele de gură în partea inferioară și peglul puțin ridicat prin forța arcului (detaliul II). Picătura, căzînd în preformă, se oprește între vîrfurile peglului și fundul preformei care închide preforma deasupra. Peglul este la nivelul începutului cursei sale de presare (detaliul III). În faza următoare peglul presează sticla care coboară pînă la cleștele de gură, fasonîndu-se prin această presare



în mod definitiv gura produsului. În acest timp, peglul este răcit continuu, prin aerul care circulă în interiorul lui (detaliul IV). După presare peglul se retrage în jos, permițând intrarea aerului comprimat pentru menținerea bășicii, precum și îndepărtarea plăcii de fund (detaliul V). În continuare, preforma se deschide și bășica presuflată este gata pregătită pentru trecerea în forma finită, unde are loc suflarea definitivă (detaliul VI).

Caracteristicile de funcționare ale mașinii sînt prezentate în tabelele 3.9, 3.10 și 3.11.

*Tabelul 3.9*

**Limitele dimensionale ale produselor obținute cu mașina I.S.6**

	Domeniul de producție	Simplă picătură	Dublă picătură
Procedeul suflat-suflat (gît îngust)	Înălțimea maximă fără gură	324 mm	273 mm
	Diametrul maxim al corpului	165 mm	90 mm
	Diametrul maxim al gurii	89 mm	53 mm
Procedeul presat-suflat (gît larg)	Înălțimea maximă fără gură	241 mm	220 mm
	Diametrul maxim al corpului	165 mm	92 mm
	Diametrul maxim al gurii	120 mm	83 mm

*Tabelul 3.10*

**Productivitatea mașinii I.S.6**

Greutatea în grame	Număr de bucați pe minut			
	Cu gît îngust		Cu gît larg	
	Simplă picătură	Dublă picătură	Simplă picătură	Dublă picătură
pnă la 30	95	170	—	—
50	71	126	77	146
100	62	112	74	129
200	53	98	63	103
500	41	62	41	—
1 000	28	—	24	—
1 500	18	—	18	—

Consumurile mașinii I.S.6

Denumire consum și caracteristici	Utilizare	U/M	Procedeu	Procedeu
			suflat—suflat	presat—suflat
			Simplă și dublă picătură	Simplă și dublă picătură
Aer comprimat de 3,2 kgf/cm <sup>2</sup> Aer de răcire : de 600 mm H <sub>2</sub> O pentru articole peste 120 g de 480 mm H <sub>2</sub> O pentru articole sub 120 g	Acționare și răcire Răcirea formelor și benzii de trans- port	Nm <sup>3</sup> /h  Nm <sup>3</sup> /h	1 200—1 300  27 500	1 550—1 600
Vid de 80—90%	Absorbția picăturii	Nm <sup>3</sup> /h	600	
Energie electrică	Acționare	kW	4,5	

Ultimul tip de mașină I. S. 8 prezintă următoarele îmbunătățiri față de I. S. 6 :

— înlocuirea sistemului de jgheaburi mobile pentru alimentare printr-un sigur alimentator circular, care distribuie picăturile jgheab-

— înlocuirea tamburilor rotativi printr-un singur tablou de coburilor fixe ;  
mandă electronic ;

— înlocuirea sistemului de sincronizare electrică (motor P.I.V. generator) pentru ansamblul alcătuit din fider, mașina, mecanismul de scoatere a produselor din forma finită, conveyer și bandă de transport, prin reglaj electronic al ventilelor de comandă de la un panou montat lângă cuptorul de recoacere. Prin aceste îmbunătățiri s-a simplificat și s-a redus mult sistemul de sincronizare și acționare a mecanismelor mașinii.

De asemenea, prin înlocuirea sistemului de jgheaburi s-a eliminat zgomotul produs de mișcarea acestora. Perfecționările aduse au ameliorat mult condițiile de muncă ale operatorilor de la aceste mașini și au permis creșterea diametrului maxim al corpului produselor la dublă picătură de la 90 la 111 mm. De asemenea, înălțimea

maximă a crescut la suflat-suflat de la 273 la 342 mm, iar la presat-suflat de la 220 la 254 mm. În general, prin trecerea de la simplă la dublă picătură producția crește cu 80—100% prin trecerea de la dublă la triplă picătură cu 40—50% prin trecerea de la 6 secțiuni la 8 secțiuni cu 30—33%.

### 3.5. Mașini automate pentru baloane mari

#### 3.5.1. Mașina automată B.B.3

Este o mașină cu rotație discontinuă și acționare mecanică alimentată prin aspirație și utilizată la producerea baloanelor mari.

Se compune din următoarele părți :

- batiul mașinii montat pe patru roți ;
- platoul superior ;
- platoul inferior ;
- mecanismul de acționare ;
- sistemul de alimentare cu aer, vid, energie electrică.

Platoul superior susține cele două preforme ale mașinii, montate deasupra capetelor respective de aspirație. Platoul are o mișcare de rotație discontinuă, cu șase poziții de oprire repartizate fiecare la 60°.

Pe batiul mașinii sînt montate forma intermediară și forma finită. Deasupra acestora se află un clește cu trei alveole reglabile, care asigură transferul produsului între stadiile de fabricație. Acționarea mașinii se face prin came, angrenaje și scripeți, mișcate de un grup motovariator montat pe platoul inferior al mașinii.

Funcționarea mașinii este prezentată schematic în fig. 3.13. Platforma în mișcarea rotativă se oprește în poziția 1 deasupra cuvei rotative. În acel moment preforma respectivă coboară și intră în topitura de sticlă cîțiva mm, aspirînd cantitatea de sticlă necesară obținerii produsului finit. La ridicare, cuțitul taie razant vîna de sticlă ce cade în cuvă, iar preforma se deplasează în poziția 2.

Prin rotirea mai departe a platformei, preforma cu sticlă ajunge în poziția 3, fiind sprijinită pe fundul de preformă. După o altă rotație de 60° a mesei rotative, preforma ajunge în stadiul I. Aici

preforma se deschide, iar cleștele cu alveole prinde gîtul bășicii și după deschiderea formei de gură se retrage cu bășica pe care o depune în forma intermediară (stadiul  $I_1$ ). Imediat după depunere, forma intermediară se închide și are loc suflarea bășicii, după care

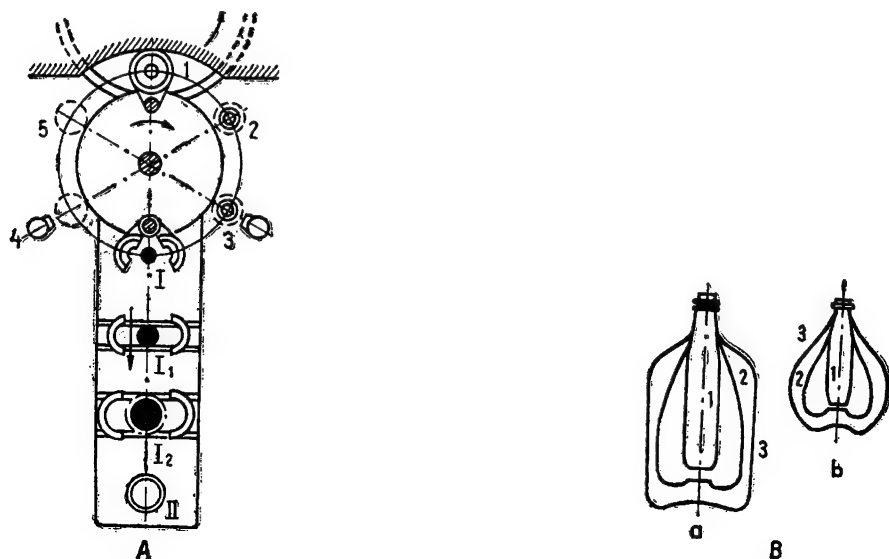


Fig. 3.13. Schema le funcționare a mașinii Roirant BB<sub>3</sub> :

A — fazele de fabricație ; 1 — aspirația prizei ; 2 — presuflarea primă ; 3 — presuflarea a doua ; I — predarea bășicii ;  $I_1$  — suflarea intermediară ;  $I_2$  — suflarea finală ; II — placa de predare ; B — aspectul a două produse în cele trei stadii : 1 — aspectul în preformă ; 2 — aspectul în forma intermediară ; 3 — aspectul în formă finală.

se deschide din nou permițînd cleștelui cu alveole să prindă gîtul semifabricatului și să-l transfere în forma finită (stadiul  $I_2$ ).

Aici urmează suflarea definitivă a articolului care ia formatul produsului finit. În acest moment forma finită se deschide, iar cleștele cu alveole prinde produsul, pe care îl depune pe placa de predare (stadiul II). În timpul depunerii o altă bășică este adusă în forma intermediară, pentru un nou ciclu de fabricație. Concomitent preforma, după predarea bășicii în stadiul I, se deplasează prin rotirea mesei rotative ajungînd în poziția 4 și apoi în poziția 5. În aceste poziții preforma este răcită de aerul de ventilator, apoi se pregătește pentru o nouă aspirație.

Caracteristicile de producție ale mașinii sînt date în tabelul 3.12.

Caracteristicile de producție ale mașinii Roirant B.B.3

Denumirea	Unități de măsură	Mărimea
Baloane de capacitate	1	10—60
Baloane de diametru	mm	300—470
Baloane de înălțime	mm	350—680
Productivitate la:		
Baloane de 10 l	buc/h	90
Baloane de 20 l	buc/h	77
Baloane de 60 l	buc/h	40
Consumuri:		
Aer comprimat de 2,2 kgf/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /min	1,5
Aer de ventilator de 365 mm H <sub>2</sub> O	m <sup>3</sup> /min	180
Aer de 180 mm H <sub>2</sub> O	m <sup>3</sup> /min	48
Vid de 85%	m <sup>3</sup> /min	25
Energie electrică totală	kW	41

### 3.6. Mașini automate pentru articole cu pereti subțiri

#### 3.6.1. Mașina automată Westlake

Este o mașină cu 12 secțiuni a două forme fiecare și mișcare de rotație continuă, alimentată prin aspirație și care lucrează prin procedeul de suflare-rotire. Mașina se compune dintr-o masă rotativă cu cele 24 de preforme și forme finite. Deasupra mesei se află dispozitivul de alimentare cu sania de ghidare, pe care glisează spre gura de lucru a cuptorului cele două brațe cu capetele de aspirație.

Procesul de fabricație este reprezentat schematic în fig. 3.14. În faza *a* capetele de aspirație intră în topitură și aspiră cantitatea de sticlă necesară. În faza *b* cuțitul taie surplusul de sticlă. În faza *c* sticla aspirată cade în preformă. În faza *d* peglul produce un început de bășică. În faza *e* începe presuflarea bășicii concomitent cu mișcarea de rotație. În faza *f* bășica este întoarsă și se alungește. În faza *g* bășica se rotește mai departe, fiind suflată definitiv. Urmează apoi eliberarea articolului din formă și decalotarea lui. Productivitatea mașinii variază între 40 și 70 buc/min.

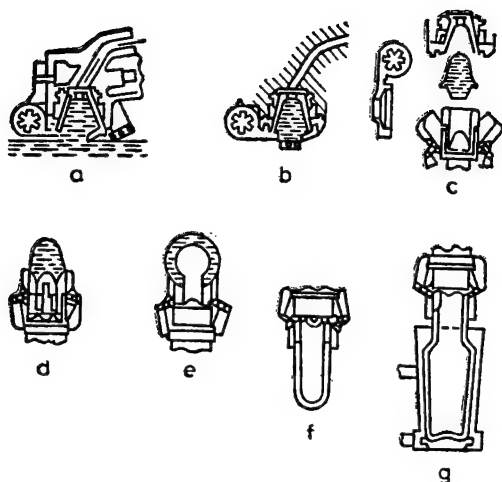


Fig. 3.14. Schema de funcționare la mașina Westlake :

a — aspirația sticlei ; b — tălerea sticlei ; c — predarea prizei ; d — presarea prizei ; e — presuflarea ; f — rotirea și alungirea bășicii ; g — suflarea definitivă.

### 3.6.2. Mașina automată V.S.24

Aceasta este o mașină de construcție sovietică, care funcționează pe același principiu ca și mașina Westlake. Spre deosebire de aceasta masa rotativă are 6 secțiuni și 4 forme fiecare, deci tot 24 preforme și 24 forme finite. Dispozitivul de alimentare are 4 brațe. Productivitatea mașinii variază între 40 și 55 000 buc/24 h. O mașină asemănătoare cu aceasta, constructiv și funcțional, este mașina I.V. 24 de fabricație maghiară.

Pentru produse de serii mijlocii se fabrică variante ale acestor mașini cu șase secțiuni și una sau două forme.

### 3.6.3. Mașina Olivoto J.B.16

Este o mașină cu funcționare continuă, alimentată prin fider și acționată mecanic. Se utilizează la fabricarea paharelor, sticlelor de lampă, corpurilor de termose etc. Mașina constă din batiul cu sistemul de acționare și alimentare cu utilități, masa rotativă și dispozitivul de presat. Masa rotativă este prevăzută periferic cu 16 forme,

avînd deasupra lor gurile de formă. Ea poate fi construită și pentru 12, 14, 18 și chiar 20 de forme.

Mașina funcționează în felul următor : picătura de sticlă este transformată cu ajutorul dispozitivului de presare într-o pastilă, care este transferată cu gura de formă, prin aspirație în poziția de suflare. În continuare începe rotirea gurii de formă și alungirea bășicii, concomitent cu suflarea inițială. În acest timp forma finită care se află dedesubt se închide și gura de formă cu bășica se rotesc mai departe, făcîndu-se suflarea definitivă a produsului. După terminarea suflării, produsul este detașat de formă cu ajutorul unui dispozitiv de tăiere cu disc și cade la deschiderea formei pe banda de transport. În vederea obținerii unei suprafețe lise și a unui luciu mai pronunțat, formele sînt căptușite pe suprafața interioară, ca de altfel la toate mașinile pentru articolele cu pereți subțiri, cu un strat de cărbune, care se obține prin tratarea lor cu praf de plută. Mașina poate lucra articole cu diametrul de 35—130 mm și înălțimea de 80—300 mm, cu o productivitate de 25 000—65 000 buc/h, în funcție de mărimea lor (tabelul 3.13).

*Tabelul 3.13*

**Caracteristici de producție ale mașinii Olivoto**

Denumire	Unități de măsură	Valoare
<b>Productivitate :</b>		
greutate picătură — articol finit		
60 g                      30 g	pic./min	47
100 g                    50 g	pic./min	35
170 g                    90 g	pic./min	30
200 g                    110 g	pic./min	25
230 g                    140 g	pic./min	20
300 g                    170 g	pic./min	18
400 g                    250 g	pic./min	13
<b>Consumuri :</b>		
apă dedurizată	l/min	3,3
apă industrială	l/min	17,0
aer comprimat la 3 kgf/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /min	4,0
aer de ventilator la 0,05 kgf/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /min	2,5
aer de ventilator la 0,07 kgf/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /min	1,3
gaz metan	m <sup>3</sup> /min	0,3
curent electric 380/220 V	kW	11,0

### 3.6.4. Mașina Hartford 28

Se utilizează la fasonarea paharelor suflate cu pereți subțiri, funcționând pe principiul presat-suflat, în care picătura este presată și apoi suflată, iar în timpul suflării produsul este rotit pentru a se evita formarea dungilor de formă. Este o mașină rotativă cu funcționare continuă, acționată electric, cu 12 secțiuni, având fiecare secțiune comenzile sale proprii.

Întrucât produsele mașinii sînt semifabricate, mașina H. 28 funcționează sincronizat cu mașina Eldred, care, prin flacăară, decalotează și finisează gura produselor.

**Modul de funcționare.** Picătura tăiată de foarfecele fiderului cade în preformă. Imediat după primirea picăturii, preforma se ridică și se cuplează cu forma de gură. În acest timp capul de presat coboară, iar peglul intră în topitură, forțînd-o să ocupe spațiul dintre el și preformă. După această presare peglul se ridică, iar preforma coboară. Concomitent, jumătățile și fundul formei finite au fost răcite printr-un jet de apă. Bășica, care atîrnă de forma de gură, începe să se rotească. Capul suflător se rabate asupra forme de gură pe care o închide, iar jumătățile forme finite și fundul închide bășica. După etanșarea fundului are loc prima suflare prin capul suflător, la o presiune de circa 7 mm H<sub>2</sub>O, care umflă bășica pînă la suprafața forme finite. Urmează apoi al doilea suflat, care are și rolul de răcire a produsului pentru a-l rigidiza.

Obiectul fiind acum suficient de rigid, forma finită se deschide, iar produsul semifabricat cade pe placa intermediară, fiind prins de ghearele greiferului.

După un ciclu de 180° pe placa intermediară, semifabricatul este transferat pe o bandă de transport. De îndată ce semifabricatul părăsește placa intermediară, ghearele greiferului se deschid, depunînd produsul pe banda mobilă.

Produsul eliberat este transportat de banda conveierului la alimentatorul Eldred. Acesta este o turelă cu patru brațe, fiind acționat pneumatic. Are rolul de a prelua semifabricatul de pe bandă și a-l preda pentru decalotare mașinii Eldred. Pentru aceasta, semifabricatul este prins de pe conveier de capul greifer care, pe măsură ce



se rotește turela, întoarce produsul cu  $180^\circ$  și îl predă mandrinei cu vid a mașinii Eldred.

Mașina de decalotare Eldred este o mașină rotativă, acționată printr-un ax de antrenare. Masa ei rotativă antrenează 30 de arzătoare, alimentate individual cu gaz și oxigen. Pentru decalotare se folosește flacăra celor 30 de arzătoare, montate pe circumferința ma-

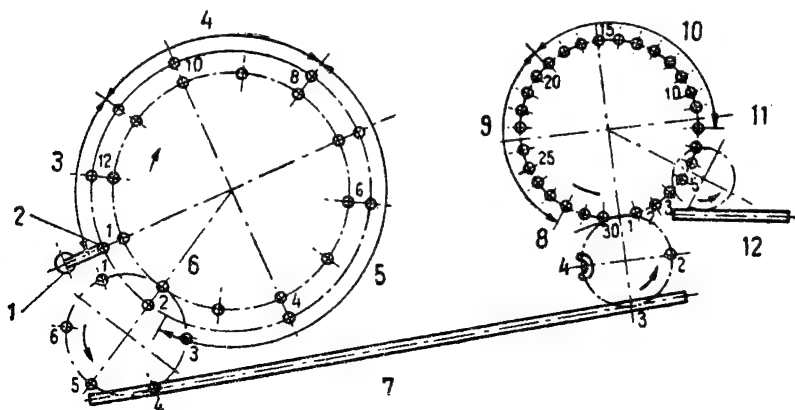


Fig. 3.15. Schema de funcționare a mașinii Hartford 28 și Eldred :  
1 — căderea picăturii ; 2 — intrarea în formă ; 3 — presarea ; 4 — presuflarea ;  
5 — suflarea finală ; 6 — evacuarea din formă ; 7 — banda de transport la  
Eldred ; 8 — încălzirea ; 9 — topirea ; 10 — căderea calotei ; 11 — depunerea  
pe placa rotativă ; 12 — transportul la recoacere.

șinii. Arzătorul inelar înconjură paharul la înălțimea reglată și cu flacăra de oxigen topește peretele paharului pe circumferință, separînd paharul de calotă. Mai departe se oprește oxigenul iar flacăra de gaz încălzește paharul ridicat cu circa 30 mm, pe circumferința topită, formînd o bordură. Calotele desprinse sînt duse la recipientele de deșeuri.

Paharele decalotate și arse la gură sînt depuse pe o placă rotativă, iar de aici o bară orizontală le împinge pe banda de transport care le conduce la cuptorul de recoacere. Atît mașina Eldred cît și alimentatorul Eldred, banda conveyer și turelele cu 6 brațe funcționează sincronizat cu mașina H.28, formînd un ansamblu complex (fig. 3.15).

Caracteristicile de producție ale mașinii sînt prezentate în tabelul 3.14.

Caracteristicile de producție ale mașinii Hartford 28 și Eldred

Denumire	U/M	Valoare
		H 28 Eldred
a) Domeniul de producție pentru pahare		
capacitate	cm <sup>3</sup>	40—500
diametru	mm	35—100
înălțime	mm	50—160
b) Capacitatea de producție		
capacitate greutate greutate		
pahar pahar picătură		
cm g g		
160 65 100	pic/min	70
375 150 190	pic/min	60
500 350 400	pic/min	40
c) Consum utilități		
energie electrică acționare	kW	7,5
aer comprimat de 3,2 kgf/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /min	20,0
aer de răcire de 300 mm H <sub>2</sub> O	m <sup>3</sup> /min	85,0
apă de răcire de 2,1 at.	m <sup>3</sup> /h	1,9
vid de 0,3—0,8 at	m <sup>3</sup> /min	5,7
gaz metan de 0,2 at	l/buc	2,0
oxigen	l/buc	2,5

### 3.6.5. Mașina Corning

Este o mașină automată foarte puțin utilizată la obținerea paharelor suflate de serie foarte mare. Este alimentată prin bandă continuă de sticlă topită.

Se compune din următoarele părți :

- sistem de alimentare ;
- lanțul bandă orizontal ;
- banda superioară cu capete de suflare ;
- banda inferioară portforme finite ;
- cuțitul rotitor ;
- caruselul de preluare a paharelor ;
- banda de preluare a paharelor.

**Modul de funcționare** (fig. 3.16). Din bazinul de lucru al cuptorului, topitura de sticlă este împinsă de către plunger prin orificiu în mod continuu. În felul acesta se formează o șuviță de sticlă, care ajunge la o pereche de role, răcite în interior cu apă. Aceste role formează din șuviță o panglică, a cărei lățime se reglează în funcție de mărimea produsului. Panglica este depusă pe lanțul benzii orizontale. Banda superioară cu capetele de suflare modelează panglica

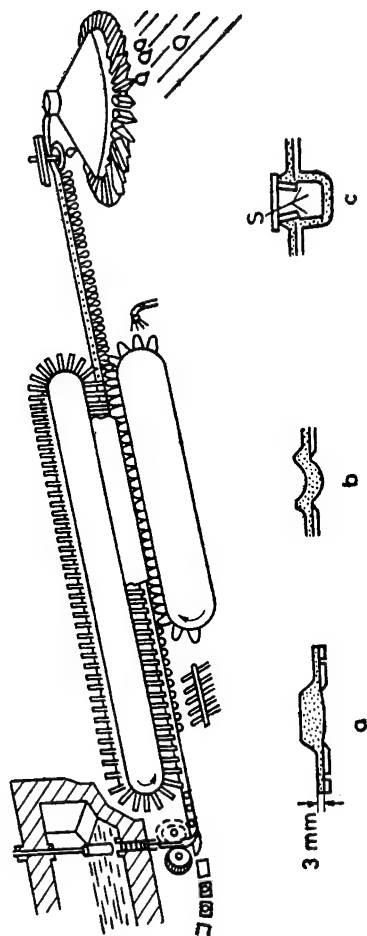


Fig. 3.16. Schema de funcționare a mașinii Corning :  
 a — modelarea ; b — presuflarea ; c — suflarea.

în dreptul orificiilor lanțului orizontal și apoi presuflă obiectul din aceste modelări. Banda inferioară pe care se găsesc formele finite, în mișcarea ei execută suflarea definitivă a obiectului. După terminarea suflării, lanțul orizontal transportă mai departe obiectele la cuțitul rotitor care execută decalotarea lor. Acestea cad pe caruselul de preluare, care le transportă la cuptorul de recoacere. Calotele, după tăiere, sint transportate la cuptorul de topire.

Mașina produce în 24 ore între 150 000 și 300 000 pahare în funcție de mărimea lor.

### 3.7. Mașini automate pentru articole presate

#### 3.7.1. Mașina Lynch M.D.P.

Este o presă automată cu funcționare intermitentă, acționată de un motor electric și alimentată prin fider, care se utilizează la fabricarea, în special, a articolelor de menaj (fig. 3.17).

Se compune din :

— sistemul de preluare a picăturii de la fider, format din jghea-



Fig. 3.17. Mașina Lynch M.D.P.

buri fixe răcite cu apă ;

— batiul mașinii cu tamburul de comandă și camele amplasate lateral pe acest batiu ;

— masa rotativă cu 12 forme ;

— sistemul de presare a picăturii de sticlă ;

— anexe de preluare a produselor presate și transportul lor la mașina de polizare termică, precum și de la aceasta la recoacere ;

— sistemul de sincronizare a funcționării ansamblului format din reductorul mașinii pentru sincronizarea presei cu fiderul, din roțile dințate cu lanț pentru sincronizarea fider-presă-staker și din tabloul electronic pentru sincronizarea presei cu mașina de polizat.

**Modul de funcționare.** Picătura de sticlă tăiată de foarfecele fiderului, trece prin jgheabul de alimentare în forma care se află sub acesta și prin rotirea mesei forma ajunge în dreptul poansonului care presează picătura dându-i forma produsului.

În poziția ce urmează presării, articolul este suflat în interior cu aer comprimat pentru rigidizare. În pozițiile următoare, articolul continuă să se rigidizeze prin răcire. Când ajunge în dreptul gheareigreifer, obiectul este ridicat de o tijă amplasată sub masa rotativă care acționează asupra fundului forme.

Obiectul ridicat este preluat de gheara-greifer, care îl depune pe unul din posturile conveierului de polizare termică. După predarea articolului forma continuă să avanseze, trecând prin faze succesive de stopire în interior cu ulei pentru ungere și apoi de încălzire, urmînd a primi o nouă picătură de sticlă.

**Mașina de polizare termică.** În vederea îndepărtării aspectului de mat și pentru a le da un luciu plăcut, articolele sînt trecute prin flacăra la temperatură ridicată.

Mașina constă din următoarele părți :

— un conveier ;

— sistemul de acționare ;

— grupul de arzătoare ;

— gheara greifer.

Întregul conveier este montat pe batiul mașinii, care se sprijină pe patru buloane, cu ajutorul cărora se reglează înălțimea. Lanțul conveierului este antrenat de două roți dințate. Pe acest lanț sînt fixate roți dințate, pe care sînt suporturile de susținere a produselor. Numărul suporturilor este în funcție de articolul ce se lucrează.

Pe o parte a conveierului la mică distanță, se află grupul arzătoarelor. Prin fața acestor arzătoare trece fiecare suport, purtînd cîte un articol ce trebuie polizat. Banda conveierului se află între două greifere cu gheare. Primul ia articolele din forma presei și le depune pe suportul conveierului, iar al doilea trece articolele de pe

suporturi pe banda stakerului. Arzătoarele se aranjează astfel încît să cuprindă întreaga suprafață a produsului.

Articolul așezat de greifer pe suportul conveierului, prin deplasarea acestuia, începe să se învîrtească. Această rotire durează tot timpul trecerii produsului prin fața arzătoarelor, astfel că toată suprafața produsului este cuprinsă de flacără.

Caracteristicile de producție ale mașinii sînt prezentate în tabelul 3.15.

*Tabelul 3.15*

**Caracteristicile de producție ale mașinii Lynch M.D.P.**

Denumirea	U/M	Mărime
<b>Productivitate :</b>		
sistem simplă picătură la articole cu		
greutate de : 100 g/buc	buc/min	32
220 g/buc	buc/min	28
400 g/buc	buc/min	22
800 g/buc	buc/min	17
sistem dublă picătură la articole cu		
greutate de : 80 g/buc	buc/min	66
160 g/buc	buc/min	60
200 g/buc	buc/min	58
<b>Consumuri :</b>		
aer comprimat presiune 2,5—3 at	Nm <sup>3</sup> /min	50
vid 0,3—0,5 at	m <sup>3</sup> /min	1,5
gaz metan	m <sup>3</sup> /min	2,0
curent electric alternativ	kW	5,0
curent electric continuu	kW	3,0

### 3.8. Linie automată pentru pahare cu picior suflate

Producerea pe cale automată a paharelor suflate cu talpă și picior constituie una din cele mai complexe fabricații automate a unui articol de sticlă.

După îndelungate și costisitoare experimentări, s-a ajuns în prezent la patru procedee tehnologice de fabricare a acestui articol.

Primul procedeu constă din următoarele faze :

Pe o mașină automată se suflă cupa paharelor. Pe o presă automată sincronizată cu prima mașină se presează piciorul cu talpa din-

tr-o bucată. O a treia mașină cuplată cu ambele și sincronizată cu ele, primește de la una cupa și de la cealaltă piciorul, pe care le încălzește sudind piciorul de cupă și făcând apoi decalotarea produsului. Produsul finit este apoi trimis la cuptorul de recoacere. Prin acest procedeu se realizează un randament de circa 60—70% și o producție de pahare cu bordură îngroșată.

În al doilea procedeu se lucrează în mod independent, cupa prin suflare la o mașină automată, piciorul cu talpă prin presare la o presă automată, după care se introduc fiecare în cuptorul de recoacere. Paharele sortate sînt conduse la o mașină de asamblat, care le încălzește, le sudează și le decalotează. Prin acest procedeu se obțin pahare fără bordură îngroșată, iar procedeul este mai economic decît primul.

La al treilea procedeu cupa se lucrează pe o mașină automată de suflat, după care este transferată cu o bandă la o presă automată, ce lucrează sincronizat cu mașina de suflat. Aici cupa este luată de un greifer, care o așază în mod centric cu gura în jos sub forma de presat piciorul. Picătura din fider ajungînd în formă trece prin orificiul de la fundul ei la cupă, de care se sudează prin operația de presare a piciorului. După presare, paharul este decalotat și apoi transportat la cuptorul de recoacere. Procedeul poate asigura condiții mai economice decît primele două.

Ultimul procedeu necesită următoarele utilaje :

- un fider obișnuit Hartford tip 144 ;
- un fider special care în loc de cuveta și pîlnie are un tub de platin-iridiu încălzit electric, prin care trece șuvița de sticlă ;
- o presă tip Lynch M.D.P. cu 16 posturi modificată și adaptată procedeului ;
- un mecanism tip „Forma” compus din 16 stații superioare și inferioare pentru formarea piciorului cu talpă ;
- mecanismul de scoatere și transfer al piciorului din formă pe banda care-l duce la mașina de suflat ;
- mașina de suflat tip Olivoto cu 16 posturi modificată și adaptată procedeului ;
- mecanismul de sincronizare electronică și reglare a celor două mașini între ele și cu fiderile ;
- stația de ridicare a piciorului montată centric sub postul de suflare și sincronizată cu acesta ;
- mașina de decalotat și șlefuit cu discuri diamantate ;
- mașina de polizat la cald.

Modul de lucru (fig. 3.18) este următorul :

Din șuvița de sticlă care curge prin tubul de platin-iridiu, foarele taie cantitatea de sticlă necesară confecționării piciorului cu

talpă. Picătura cade direct în matrită, fără jgheaburi de ghidare și este presată în două reprize.

După presare mecanismul greiferului scoate piciorul din formă, îl rabate cu  $180^\circ$  și îl împinge pe banda care îl transportă la mașina de suflat. Acolo un alt greifer împinge piciorul pe placa suport a

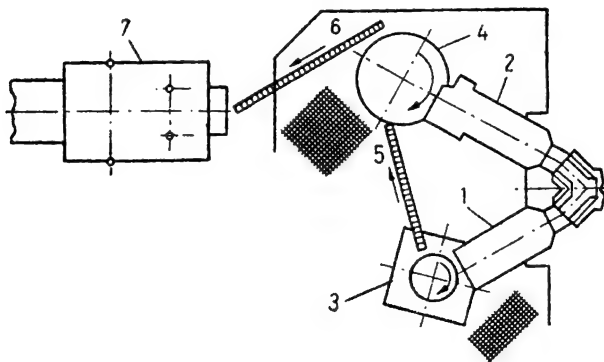


Fig. 3.18. Schema de funcționare a liniei de pahare cu picior :

1 — fider special ; 2 — fider obișnuit ; 3 — presa automată ;  
4 — mașina de suflat ; 5 — banda de transport ; 6 — banda  
de transport la recoacere ; 7 — cuptorul de recoacere.

stației de ridicare. Aceasta după primirea piciorului se deplasează sub postul de suflare, pozind piciorul în poziție centrică sub forma de suflare a cupei.

După închidere forma de suflare, al cărei fund este acum piciorul, primește cleștele de gură cu picătura de sticlă preformată. Pe cleștele de gură se așază capul de suflare, care execută suflarea finală a cupei, sudind-o pe piciorul presat. După suflare, forma finită se deschide, iar stația de ridicare cum și capul de suflare se retrag în pozițiile de plecare. O racletă desprinde paharul din cleștele de gură, după care este transportat pe bandă la cuptorul de recoacere.

La capătul rece al cuptorului de recoacere, paharele sortate trec la mașina de decalotat și șlefuit cu discuri diamantate, apoi pe banda de spălat și uscat merg la mașina de polizare termică. Pe această linie se poate lucra o gamă foarte variată de pahare cu picior de profile diferite având pînă la opt muchii și fațete. Urma de la foarfece și dunga de închidere a formelor sînt invizibile. Ea asigură, de asemenea, o foarte bună planeitate a piciorului și tălpii. Se utilizează la producerea paharelor fine și în special a celor de



crystal, putînd fasona topituri cu procente diferite de oxid de plumb. Caracteristicile de producție ale liniei sînt prezentate în tabelul 3.16.

*Tabelul 3.16*

**Caracteristicile de producție ale liniei automate pentru pahare suflate cu picior**

Denumirea	Unitatea de măsură	Mărimea
Pahare suflate cu picior		
de capacitate	cm <sup>3</sup>	40—500
de diametru	mm	45—95
de grosime în perete	mm	0,8—3
de grosime maximă la fund	mm	20
de înălțime maximă finită	mm	205
Capacitate de producție	buc/24 ore	16 000—30 000

### 3.9. Defecte ale produselor de sticlă obținute cu mașini automate. Cauzele și remedierea lor

Defectele articolelor de sticlă obținute la mașini automate sînt destul de variate și depind de :

- calitatea topiturii de sticlă ;
- funcționarea alimentatorului ;
- modul de funcționare a mașinilor ;
- calitatea formelor.

În cele ce urmează se prezintă defectele principale precum și cauzele lor, în vederea luării măsurilor de remediere și prevenire :

Neuniformitatea grosimii pereților produsului. Acest defect se poate datora :

- neomogenității termice a picăturii ;
- neomogenității chimice a picăturii ;
- căderea greșită a picăturii ;
- conturului necorespunzător al preformei ;
- transferului excentric al bășicii în forma finită ;
- temperatura neuniformă a preformei și forme finite.

Fisurile care apar la suprafața produselor și în special la gura lor. Acest defect poate proveni din :

- îmbinarea incorectă a gurii de formă cu preforma sau forma finită ;

- forme reci ;
- peglu rece ;
- ghearele greiferului reci ;
- banda conveierului prea rece ;
- lovirea produselor.

Dungă proeminentă la locul de îmbinare a formelor. Cauzele pot fi :

- uzura mare a formelor pe muchea de îmbinare ;
- închiderea incorectă a formelor din cauza unei prelucrări greșite ;
- depunerii reziduurilor de ulei sau cioburilor la locul de închidere.

Perete prea subțire la umărul produsului. Cauza este sticla prea caldă la intrarea în formă. Pentru remediere se va scădea temperatura topiturii în fider.

Încrețituri la suprafața produsului. Cauza acestui defect este temperatura prea mică a sticlei sau a preformei.

Diametrul interior al gurii insuficient calibrat. Cauzele acestui defect pot fi :

- sticla prea rece ;
- forma de gură sau peglul prea reci ;
- suflarea preliminară insuficientă.

Bășici pronunțate în corpul articolului. Cauzele acestor bășici pot fi următoarele :

- absorbția prea puternică a sticlei de către plunjer la ridicarea lui după tăierea picăturii ;
- prezența unor corpuri străine în fider sau în vana rotativă ;
- exces de ulei la foarfece sau la cuțitul de tăiere ;
- picătura de sticlă prea lungă.

Pete de lubrefiant pe suprafața produsului. Acest defect se datorește reziduurilor depuse pe forme. Petele apar mai ales imediat după ungere, sau când formele sînt prea calde.

Pentru prevenirea acestui defect formele se vor curăța mai des, iar la ungere se va pune mai puțin unguent.

Asperități la suprafața produselor. Cauza acestui defect constă în șlefuirea insuficientă a suprafeței interioare la finisarea formei finite. Pentru prevenirea defectului, se va controla bine suprafața formelor, urmărind să rămînă lisă după șlefuire.

Aspect forjat al produselor. Defectul acesta se datorește formelor prea reci. Remedierea se face prin încălzirea formelor, reducînd debitul de aer care servește la răcirea lor.

La apariția unui defect care se poate datori mai multor cauze, prima măsură ce trebuie luată este controlul condițiilor de lucru

și analiza cauzelor probabile ale defectului pentru stabilirea cauzei reale și numai pe baza acestora să se ia măsuri de eliminare a defectului.

### 3.10. Tendințe și perspective în fasonarea automată a produselor de sticlă

Bazele fabricării actuale a sticlei pe cale mecanică puse la începutul secolului, au fost mult perfecționate, dar principiul de funcționare în special confecționarea sticlei suflate pornind de la bășică, a rămas totuși neschimbat. Pe acest principiu s-a dezvoltat o gamă variată de mașini automate cu caracteristici mult diferențiate. Privind critic mașinile existente, din punctul de vedere al satisfacerii condițiilor impuse de beneficiarii produselor, (calitate și preț), se constată următoarele :

- mașinile automate alimentate prin aspirație sînt înlocuite tot mai mult, din cauza costurilor de fabricație mari, raportate pe unitatea de produs. Aceste costuri sînt ridicate datorită consumurilor mai mari ale vanei rotative, consumului mare de preforme, posibilității reduse de reglare a temperaturii și viscozității topiturii, productivității, relativ reduse ;

- mașinile cu două mese rotative și mișcare intermitentă, de asemenea, se înlocuiesc, datorită dezavantajelor pe care le prezintă și anume : uzura mare a pieselor componente ; spațiul ocupat relativ mare ; exactitate mică la confecționarea gurii produselor, productivitate mică din cauza timpilor morți ;

- mașinile cu o singură masă și rotire continuă prezintă următoarele caracteristici de fabricație : domeniu de producție limitat ; oprirea completă a mașinii la diversele intervenții pentru reparații, reglări și schimbări de forme ; uzură mică a pieselor componente (reparație capitală la circa 4 ani), durată mare de funcționare a formelor, randament de lucru ridicat 90—92% ;

- mașinile în linie cu secțiuni independente prezintă următoarele caracteristici de fabricație : exploatare și întreținere costisitoare din cauza uzurii formelor și pieselor componente, cum și a pierderilor de producție datorită deranjamentelor (reparație capitală la circa 2—2,5 ani) ; elasticitate de producție foarte mare ; nu se oprește întreaga mașină la diverse intervenții pentru reparații, reglări și schimbări de forme ; productivitate mare și randament ridicat 85—90% ; adaptabilitate la condiții variate impuse de fluxul tehnologic.

Referitor la sistemul de acționare al mașinilor se poate afirma că sistemul pneumatic prezintă o libertate mai mare de mișcare, dar și posibilități mai limitate de stăpânire a diverselor mecanisme, mai ales prin mărirea uzurii pistoanelor și cilindrilor. Acționarea mecanică este mai simplă, mai robustă, dar și cu domeniu de aplicare mai limitat. La acționarea hidraulică mișcările pot fi mai bine stăpânite decât la acționarea pneumatică, dar costul instalațiilor hidraulice este mult mai mare comparativ cu celelalte sisteme. Condițiile pe care industria sticlei le pretinde mașinilor automate sînt următoarele :

— posibilitatea de adaptare la condițiile cerute de caracteristicile de fasonare și posibilitatea efectuării reglărilor pentru respectarea toleranțelor impuse ;

— domeniu și capacitate de producție cît mai mare ;

— costuri de întreținere și de reparații cît mai mici.

Urmărind aceste deziderate dezvoltarea și modernizarea mașinilor automate a făcut pași foarte importanți.

În graficul din fig. 3.19 se ilustrează o comparație a productivității diferitelor mașini de fasonat, pe baza realizărilor industriale și experimentale obținute.

Tendințele actuale și de viitor în producția ambalajelor de sticlă par a se contura pe următoarele direcții :

— adaptarea de recipiente ușoare, obținute prin procedeul presat-suflat, care permite un schimb de căldură mult mai avantajos la fasonarea produselor decât procedeul suflat-suflat. Un exemplu îl constituie realizarea unui nou tip de butelie de bere cu capacitatea de 330 ml și greutatea de 100 g/buc care înlocuiește vechiul tip de aceeași capacitate și în greutate de 270 g/buc ;

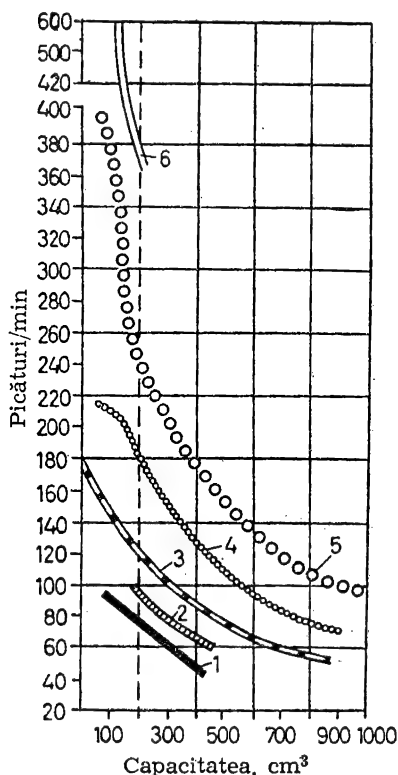


Fig. 3.19. Productivitatea diferitelor mașini de fasonat sticla :  
 1 — mașina Lynch cu dublă picătură ;  
 2 — mașina Roibrant 7 cu dublă picătură ;  
 3 — mașina I.S. 6 cu dublă picătură ;  
 4 — mașina I.S. 8 cu dublă picătură ;  
 5 — modernizări de instalații la mașini existente ;  
 6 — mașini noi.

— tratarea suprafeței recipientilor la capătul cald și rece al cup-torului de recoacere, în vederea măririi rezistenței lor.

Ca tip de mașină pentru articole de serii mari, se conturează mașina cu următoarele caracteristici :

- procedeul de lucru presat-suflat cu dublă sau triplă picătură ;
- 8—12 secțiuni independente care pot fi demontate pentru reparație și înlocuite într-un timp foarte scurt ;
- antrenarea prin sistem mecanic combinat cu pneumatic ;
- răcirea formelor prin recirculare de lichide, care are avantajul că paralel cu intensificarea răcirii reduce zgomotul ;
- funcționare complet automată cu program pe bază de cartele perforate.

Aceste perfecționări asigură mașinilor de tip constructiv actual, performanțe tehnice și economice optime.

În paralel se fac intense studii și experimentări, pe de o parte pentru a se găsi o soluție de înlocuire a actualului procedeu de fabricație în două trepte cu preformă și formă finită, printr-un procedeu cu o singură treaptă, pe de altă parte, pentru înlocuirea fiderului cu picătură, prin fider cu scurgere continuă în bandă. Prin rezolvarea acestor probleme se va elimina faza de formare a picăturii, cum și faza de pivotare și predare a bășicii, iar capacitatea de producție a mașinilor automate de ambalaje ar crește considerabil.

În ceea ce privește fasonarea articolelor de menaj suflate și presate, unde gradul de complexitate, diversificare sortimentală și aspectul produselor sînt factorii determinanți, tendința este de dezvoltare a mașinilor cu acționare mecanică, alimentate prin fider și de completare a lor cu diverse dispozitive și anexe care să asigure satisfacerea exigențelor crescînde ale consumatorilor produselor.

## Matrițe metalice pentru fasonarea produselor de sticlă

Matrițele (formele) reprezintă unul din elementele cele mai importante la fasonarea topiturii de sticlă, căci cheltuielile datorită construcției și întreținerii lor sînt foarte mari, de aceea sporirea duratei lor de serviciu este o problemă acută pentru fiecăre fabrică de sticlă și necesită să i se acorde o atenție deosebită.

### 4.1. Materiale pentru confecționarea matrițelor și prelucrarea lor

Cerințele față de materialele de construcție a formelor sînt de naturi multiple, din acest motiv, nu se cunoaște pînă în prezent un material „ideal” care să întrunească toate aceste cerințe.

Condițiile acestea sînt următoarele :

- refractaritate ridicată ;
- conductibilitate termică mare ;
- adezivitate mică față de sticlă ;
- capacitate de prelucrare, lustruire și obținerea unui luciu superior ;
- dilatație termică mică ;
- rezistență la uzură mecanică.

Circa 85—90% din formele folosite sînt din fontă cenușie nealiată, iar restul din fontă slab aliată și oțeluri. Fonta cenușie nealiată are refractaritate suficientă pînă la temperatura de circa 600°C. Formele de presă automată necesită o refractaritate mai mare și pentru acest considerent este mai indicată folosirea formelor de fontă aliată, de oțel sau a celor protejate prin acoperire (cromare, nichelare etc.).

Conductibilitatea termică a fontei influențează viteza de evacuare a căldurii din produs prin intermediul formei, deci viteza de

lucru a mașinii. Ea scade prin adăugarea elementelor de aliere, a siliciului, cum și cu finețea grafitului.

Adezivitatea — proprietatea fontei și sticlei de a se lipi — apare în momentul cînd temperatura suprafeței de lucru depășește o anumită limită „temperatura de lipire“.

Fonta cu structură perlitică și duritate pînă la HB=200 se poate prelucra relativ bine și se pretează la sudură, încărcare cu aliaje dure și călire superficială. De asemenea, fonta perlitică, cu grafit fin, fără pori și incluziuni se lustruiește bine.

Constanța volumetrică a fontei poate fi ameliorată prin structură fină și nodulară a grafitului, precum și prin adaosuri de aliaje.

Este necesar ca materialul pentru forme să aibă o rezistență suficientă la frecare, pentru că la curățirea formelor o dată cu țunderul se îndepărtează și o parte din suprafața nedeteriorată. Fonta perlitică cu grafit nodular lipsită de porozitate și de incluziuni are o asemenea rezistență.

Cea mai utilizată fontă nealiată pentru forme are următoarea compoziție chimică pentru fasonarea

prin suflare :

C 3,45 ± 0,3

Si 2,00 ± 0,2

Mn 0,60 ± 0,2

P 0,50 ± 0,1

S 0,10 ± 0,02

Sc 0,95 ± 0,10

(grad de eutecticitate)

prin presare :

C 3,15 ± 0,3

Si 1,70 ± 0,2

Mn 0,52 ± 0,15

P 0,54 ± 0,1

S 0,06 ± 0,01

Sc 0,85 ± 0,1

În ce privește structura fontei, aceasta este indicat să fie perlitică cu granulație fină și grafit fin nodular, cu mărimea sub  $30 \mu$  în suprafața activă, putînd să crească lent cu adîncimea.

Duritatea formelor pe suprafața de lucru să fie 170—200 HB. Pieseile turnate este necesar să fie recoapte la circa 800°C pentru eliminarea tensiunilor de turnare. Fonta se toarnă pe cochile, ceea ce îi imprimă pe suprafața ce vine în contact cu sticla, o structură deosebit de fină și densă, ca urmare a acțiunii cochilei.

La proiectarea formelor se vor avea în vedere următoarele recomandări :

— produsele de sticlă să aibă o conformație manevrabilă și centrul de greutate cît mai spre bază ;

— muchiile și colțurile ascuțite să fie evitate cît mai mult prin rotunjirea lor ;

— grosimea peretelui cît mai uniformă, iar a fundului de 2—3 ori cît a peretelui ;

— cea mai uniformă distribuire a sticlei o asigură secțiunea circulară ;

— la proiectarea preformelor pentru alimentarea prin fider, raportul dintre conținutul volumetric al preformei și al picăturii este stabilit cu noțiunea de supracapacitate  $S$ , definită prin formula

$$S = \frac{V_F - V_P}{V_P} [\%]$$

în care :  $V_F$  este volumul preformei ;

$V_P$  — volumul picăturii.

Supracapacitatea variază între 20 și 55%, iar viteza de lucru a mașinii este direct proporțională cu supracapacitatea ;

— adaosurile de prelucrare se vor reduce la strictul necesar, pentru ca munca de aşchiere să fie redusă la minimum.

Pentru prelucrare la mașinile unelte se întrebuintează diverse dispozitive de copiere sau chiar o mostră completă la scara 1/1. Calitatea obținută prin prelucrarea mecanică a suprafețelor interioare, care vin în contact cu topitura de sticlă, este necorespunzătoare cerințelor impuse, de aceea se va continua finisarea acestor suprafețe prin lustruire cu materiale abrazive fine, pînă la obținerea unei suprafețe perfect lise.

Formele ovale unghiulare sau prevăzute cu ornamentații, după prelucrarea mecanică preliminară se prelucrează în continuare manual de către cizelori și gravori.

În vederea creșterii rezistenței la coroziune și a unei durate mai lungi de utilizare a formelor, cum și a îmbunătățirii aspectului suprafeții produselor, se practică acoperirea suprafețelor ce vin în contact cu topitura de sticlă, cu un strat metalic foarte subțire depus prin diverse tratamente.

Cele mai cunoscute tratamente sînt : cromarea, cromizarea și nichelarea. Procedeu de nichelare comportă următoarele operații :

- degresarea și spălarea ;
- curățirea electrolitică și spălarea ;
- neutralizarea ;
- activarea ;
- nichelarea ;
- tratamentul termic de consolidare a adeziunii nichelului la suprafața fontei și mărirea durtății.

Grosimea stratului depus este de 0,02—0,04 mm. Nichelarea în special după procedeul Omcote prezintă multe avantaje pentru mărirea duratei de funcționare a formelor, reducerea frecvenței de ungere și a timpului de curățare, cum și pentru ridicarea nivelului calitativ al suprafeței produselor.



După terminarea operațiilor de executare a matrițelor, ele se supun unui control final, înainte de a fi introduse în magazie sau în producție. Acest control constă în verificarea cu diverse calibre etc. a tuturor pieselor componente la dimensiunile și toleranțele prescrise.

## 4.2. Ungerea (lubrifierea) matrițelor

Este operația prin care se urmărește împiedecarea contactului direct dintre sticlă și metal, prin formarea unei pelicule izolante în scopul :

- facilitării fluajului sticlei în timpul suflării sau presării ;
- protejării suprafeței interioare a formei la oxidarea superficială și acțiunea corozivă a sticlei ;
- măririi limitelor intervalului optim de încălzire a formelor ;
- deplasării temperaturii de lipire a sticlei de formă.
- Condițiile impuse unui lubrifiant sînt următoarele :
- să umezească forma ;
- să se întindă repede pentru a forma un strat subțire și uniform pe suprafața activă a formei ;
- să aibă durabilitate cît mai mare ;
- să nu lase urme pe produse.

Sînt multe materiale utilizate ca lubrifianți pentru forme și anume : sacizul, parafina, cauciucul, făina de cereale, siliconii, uleiurile etc. cu efecte diferite. Cel mai utilizat și cu efect bun este lubrifiantul format din suspensie fină de grafit coloidal în ulei sau rășini termostabile. Grafitul trebuie să fie foarte fin, de ordinul micronilor și dispersat sub formă de suspensie stabilă.

Grafitul poate fi natural sau sintetic. La cel natural structura lui lamelară și clivabilă este cea care îi dă calitatea de lubrifiant.

Din studiile efectuate s-a constatat că un lubrifiant are o durabilitate cu atît mai mare, cu cît este mai ridicată temperatura lui de ardere (oxidare). Pe acest considerent au apărut în ultimii ani lubrifianți pe bază de  $Al_2O_3$  ;  $ZnO$  și  $ZrO_2$  ce au temperaturi de oxidare peste  $760^{\circ}C$ . Ungerea se poate face manual sau automat. Ungerea manuală se execută prin stropire cu ajutorul tampoanelor de bumbac. Cea automată se face prin pulverizare mecanică sau pneumatică și reprezintă soluția cea mai bună, făcîndu-se în mod constant și la intervale de timp bine determinate, în timp ce ungerea manuală este departe de a avea aceeași fiabilitate.

În ce privește frecvența ungerii s-a constatat că la lubrifiianții care au o temperatură de oxidare de 350—400°C frecvența ungerii este de 10—15 min, iar la cei cu temperatura de oxidare de 500—550°C frecvența este de 25—35 min.

### 4.3. Răcirea matrițelor

Priza de sticlă fluidă care primește un contur bine precizat în formă, trebuie să se răcească atît de mult în timpul fasonării, încît la părăsirea formeii să fie rigidizată. Prin determinările efectuate s-a găsit pe perețele interior al formeii temperatura de 450—560°C, iar prin mărirea vitezei de lucru la presele automate mai ales, s-a ajuns la 750—800°C. Cantitatea mare de căldură, care trebuie să fie trecută prin pereții formeii în timpul fasonării, se poate îndepărta prin următoarele căi :

- răcirea artificială prin cufundarea periodică a formeii în apă, sau stropirea cu șuviță de apă. Se întrebuințează la suflarea automată a articolelor cu pereți subțiri ;

- răcirea peglurilor prin circulația interioară a unui curent continuu de apă. Se întrebuințează la presare ;

- răcirea formelor prin jet de aer direcționat perpendicular sau oblic pe suprafața peretelui interior sau exterior al formeii ;

- răcirea suprafeței exterioare a formeii prin circulația de apă. Cea mai întrebuințată este răcirea cu jet de aer, deoarece aerul poate fi condus relativ ușor la orice loc și poate fi bine dozat în funcție de necesități. Sînt mulți factori care influențează modul de răcire a formelor ; de aceea, este necesară examinarea fiecărui caz în parte și orînduirea simetrică a duzelor de distribuire la o distanță adecvată de locul care trebuie răcit. În modul acesta se va putea asigura o răcire judicioasă a formelor, prin menținerea lor în timpul lucrului sub temperatura de lipire a sticlei de metal, fără a diminua aspectul calitativ al suprafeței produselor.

### 4.4. Întreținerea matrițelor

Formele după o perioadă de lucru este necesar să fie demontate de pe mașină pentru curățire și revizuire. Durata de serviciu a formelor depinde de ritmul de producție și temperatura de regim, de modul de răcire și ungere, de munca atentă a personalului de deservire, cum și de modul de efectuare a reparațiilor. Cauzele scoaterii din lucru în majoritatea cazurilor sînt următoarele :

- depășirea toleranțelor prin degroșări și lustruiri repetate ;

— deteriorarea mecanică datorită unei insuficiente atenții, a personalului de serviciu ;

— arderea care se manifestă prin apariția de fisuri pe suprafața activă, datorită temperaturii de regim prea ridicate.

Arderea apare mai frecventă la producerea sticlei verzi și brune. Fisurile sînt provocate de oxidarea internă a fontei de oxigen și de evaporarea oxidului de sodiu din masa sticlei, care pătrunde în stratul superficial al fontei. Ele apar în zig zag, orientate în general perpendicular pe axul articolului, cu lungimea de 5—20 mm și adîncimea de 2—4 mm pentru articolele suflate și 4—8 mm pentru cele presate. La pegluri fisurile apar în vârful supraîncălzit.

Zgurificarea suprafețelor active care vin în contact cu topitura de sticlă și reziduurile de lubrifianți, după un timp de întrebuințare devine foarte accentuată, imprimînd semne pe produsele finite și făcîndu-le de multe ori inutilizabile. La apariția acestor semne, formele trebuie demontate și curățite. Sînt mai multe metode de curățire și anume :

- curățirea manuală cu șmirghel ;
- curățirea prin sablare ;
- curățirea cu ajutorul băii de sare încălzite ;
- curățirea electrolică.

Curățirea manuală cu șmirghel este cel mai vechi procedeu, dar care se mai întrebuințează și în prezent. Constă în frecarea cu șmirghel a suprafeței active a formei. Pentru aceasta formele cu rotație simetrică se învîrtesc cu ajutorul unui cap de strung, pe cînd cele unghiulare sau ovale se șlefuiesc cu dispozitive manuale. Prima dată se face o curățire preliminară cu material abraziv mai grosier, după care urmează lustruirea cu material abraziv de granulație fină.

Curățirea prin sablare se face cu ajutorul unei suspensii de material abraziv, care cu aer comprimat este proiectat pe suprafața de curățat.

Piese mai mici, cum sînt gurile de formă și peglurile, se pot curăța prin menținerea lor timp de 30—40 min într-o baie de sare la o temperatură peste 100°C, după care se răcesc cu aer și se spală cu apă curată.

Cel mai nou procedeu de curățire este procedeul electrolic. În acest procedeu formele sînt supuse unei curățiri prealabile prin fierbere într-o soluție degresantă, în care se face o dezgurificare și degresare a lor, urmată de o spălare cu apă. După aceasta formele se introduc în baia alcalină de curățire electrolică la 45—50°C, și apoi se limpezesc cu apă rece și apă caldă.

Cele mai frecvente deteriorări ale formelor și care necesită reparații sînt la muchii și colțuri. Repararea lor se face de obicei prin

perforarea locului avariat și montarea de știfturi. Alt procedeu de reparație este prin sudură autogenă sau electrică. O atenție deosebită trebuie acordată în acest caz pentru evitarea formării porilor. În toate cazurile după știftuire sau sudură este necesară o finisare și uneori o prelucrare ulterioară, pentru încadrarea în dimensiunile și toleranțele prescrise.

Un domeniu mai nou de intervenție este șprițuirea metalică a unor porțiuni de suprafață deteriorată, cu ajutorul aliajelor dure. Acest procedeu uneori se aplică chiar la forme noi, pentru a le face mai rezistente la uzură. După șprițuire, de asemenea, este necesară finisarea suprafeței respective și retușarea manuală sau cu dispozitive speciale de copiat.

Pentru mașinile automate utilizate la producerea articolelor subțiri prin procedeul suflat-suflat-rotit sau presat-suflat-rotit se întrebuințează forme de fontă căptușite. Procesul de căptușire constă în următoarele operații :

- curățirea suprafeței active a formelor de eventuale depuneri cu ajutorul unui abraziv potrivit ;
- ungerea suprafeței curățite cu ulei de in ;
- acoperirea suprafeței unse cu făină de plută ;
- arderea stratului de acoperire prin încălzirea formelor, într-un cuptor la 250—300°C ;
- răcirea formelor ;
- ungerea stratului de acoperire depus cu un unguent, la montarea formelor pe mașină. Durata unei astfel de forme este foarte lungă (teoretic nelimitată), iar durata unei căptușeli de 4—5 ore.

#### 4.5. Matrițe din aliaje neferoase

În ultimii ani pentru presarea produselor cu multe fațete sau a celor care necesită un aspect deosebit al suprafeței, s-a experimentat și s-au obținut rezultate bune prin utilizarea matrițelor din aliaje neferoase. Compoziții care au dat rezultate foarte bune sînt următoarele (în %) :

	<i>Pentru poanson</i>	<i>Pentru fund matriță</i>
Cu	74,60	74—78,5
Al	—	10,5—12,5
Ni	6,90	5— 7,5
Fe	7,00	4,8— 7,3
Mn	0,52	0— 1,5
Zn	10,93	0,5
Pb	—	0,5
Si	—	0,2
Sn	—	0,2

cu caracteristicile de mai jos :

densitate	7,5 g/cm <sup>3</sup>
temperatură de topire	1 045°C
conductibilitate termică la 500°C	0,179 cal/cm
rezistență la tracțiune	65 kgf/mm <sup>2</sup>
coeficient de dilatație liniară	$1,62 \cdot 10^{-5}$ (20—300°C)
duritate Brinell	195 kgf/mm <sup>2</sup>

Avantajul acestui aliaj constă în :

- rezistența mare la temperatură ;
- rezistența mare la uzură ;
- capacitate bună de prelucrare și lustruire.

Datorită acestor proprietăți, aliajul acesta se pretează foarte bine la confecționarea matrițelor pentru fasonarea produselor de mai sus, avînd o durabilitate mare și asigurînd un luciu de grad superior produselor.

## Finisarea produselor de sticlă

Prin finisarea produselor de sticlă se înțelege ansamblul de operații care se execută cu scopul de a da forma definitivă cerută unor articole ce se găsesc în stare de semifabricat. Aceste operații pot fi clasificate după următoarele criterii :

— după scopul urmărit în cazul operațiilor pentru stricta terminare a produsului, cum sînt decalotarea la paharele suflate, șlefuirea și polizarea marginilor și operații de decorare a produsului, prin care se urmărește creșterea valorii estetice și artistice a produsului respectiv : gravarea, pictarea, matarea, metalizarea, lustruirea etc. ;

— după procedeul folosit se practică trei categorii de metode și anume : mecanice (tăierea, șlefuirea, sculptarea) fizice (pictarea, cementarea, evaporarea în vid) ; chimice (lustruirea chimică, gravarea chimică, matisarea chimică).

Numărul operațiilor de finisare prin care trece un articol din starea de semifabricat pînă la starea de produs finit, variază de la caz la caz.

Operațiile de finisare se aplică la foarte multe articole și anume la cele suflate la țeavă, la unele articole suflate la mașini la unele articole de menaj presate, cum și anumitor articole tehnice. La articolele de ambalaj în general nu se aplică operațiile de finisare, decît în proporție mult mai mică.

### 5.1. Decalotarea (tăierea)

Articolele suflate la țeavă cum și unele articole de menaj suflate la mașini rămîn după fasonare cu o calotă, care se îndepărtează prin operația de decalotare. În funcție de forma și grosimea pereților produsului, cum și a modului de lucru uneori îndepărtarea calotei se poate face prin decalotare termică cu sau fără flacără, ori prin decalotare mecanică cu discuri din material abraziv.

### 5.1.1. Decalotarea termică cu flacără

Operația de decalotare termică constă în încălzirea produsului cu ajutorul unei flăcări de-a lungul liniei, după care urmează a fi decalotat și răcirea bruscă pe această linie. La încălzire din cauza conductibilității termice mici, între fața exterioară și cea interioară încălzită se creează o diferență de temperatură, care dă naștere unor tensiuni de compresiune de-a lungul liniei încălzite și în măsură mai mică perpendicular pe ea.

La produsele cu grosimea peretelui în zona încălzită de circa 1,5 mm, forțele de tensiune create depășesc rezistența lor și ca urmare acestea vor fisura de-a lungul liniei încălzite.

La produsele cu grosimea peretelui de 5—10 mm în zona încălzită, decalotarea nu se poate realiza numai prin încălzire și răcire, căci rezistența articolului la spargere depășește forțele de tracțiune și compresiune create. În acest caz, pentru a putea efectua o decalotare după o linie dreaptă, produsul trebuie crestat întâi pe linia de decalotare și după aceea încălzit și răcit brusc.

Cu cât zona de încălzire este mai îngustă, iar durata de încălzire mai mică, cu atât tensiunile create vor fi mai mari. Din cele de mai sus rezultă că, pentru a asigura o decalotare rapidă și corect executată, este necesară o flacără foarte ascuțită și cu o temperatură cât mai ridicată.

Decalotarea se realizează cu mașini relativ simple (fig. 5.1) de diferite dimensiuni, în funcție de produsele ce trebuie decalotate.

Pentru decalotare produsele se așază pe suporturile rotative și după reglarea înălțimii de tăiere se rotesc circa 10—15 s în fața arzătoarelor cu flacără ascuțită. Viteza de rotire este de 70—100 rot/min, iar productivitatea unei mașini cu trei posturi este de 1 000—1 200 buc/h pahare de 100 ml. Sînt și mașini semiautomate de decalotat (fig. 5.2.) care lucrează pe același principiu. La acestea muncitorul, după reglarea mașinii, execută numai punerea paharului pe suport și ridicarea paharului decalotat.

Mașina are o masă rotativă cu 24 posturi cu suporturi. Paharele sînt prinse pe aceste suporturi cu ajutorul vidului după care sînt crestate la înălțimea dorită prin atingerea unui cuțit dur. Ele trec apoi rotindu-se prin fața arzătoarelor foarte ascuțite și imediat ating un virf răcit care produce detașarea calotei. Productivitatea acestei mașini este de circa 1 800 buc/h.

Pentru articolele care necesită mai multe decalotări, cum sînt cilindri de lampă, se folosesc mașini orizontale a căror productivitate este de 1 200—1 400 buc/h.

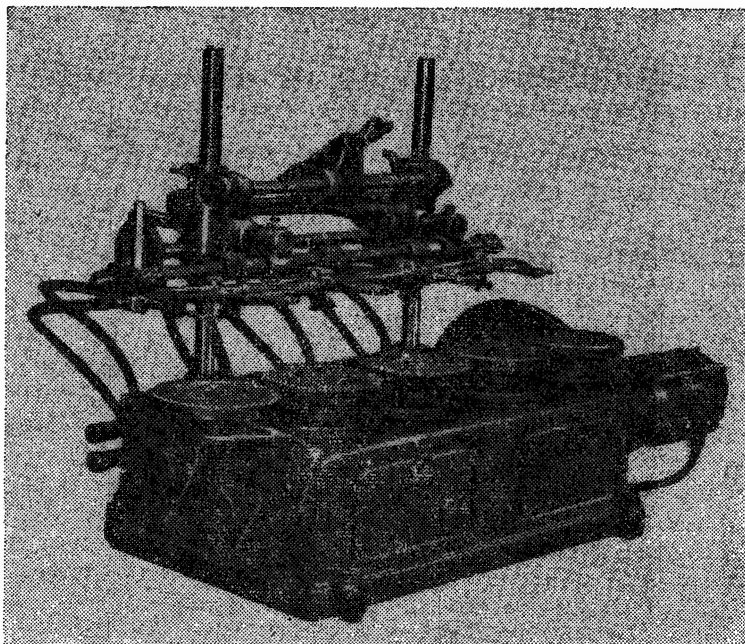


Fig. 5.1. Mașină de decalotat simplă.

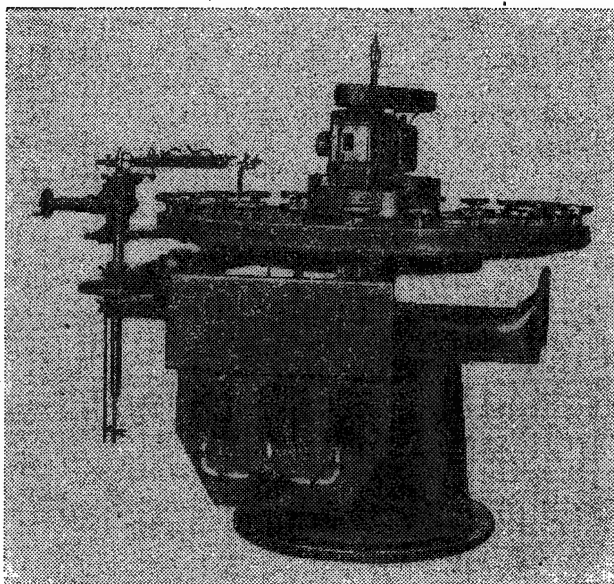


Fig. 5.2. Mașina semiautomată de decalotat.



La unele mașini automate (ex. Harford 28) decalotarea produselor se face imediat după suflarea lor, în mașina anexă (Eldred). Aici produsele sînt încălzite cu arzătoare foarte puternice, cu oxigen, care topesc peretele produsului pe circumferință. Prin aceasta calota se desprinde și cade, iar la gura produsului se formează o bordură rotunjită.

Pentru cazuri mai izolate cînd nu se dispune de mașină de decalotare se poate face totuși decalotarea termică la un număr mic de produse cu ajutorul unei rezistenței electrice, care înconjură articolul la locul de decalotare. Prin încălzirea acestuia și atingerea cu un virf răcit se produce detașarea calotei.

### 5.1.2. Decalotarea mecanică

Această operație se execută la articolele cilindrice cu grosimea peretelui peste 10 mm sau la articolele cu mai multe fațete. În aceste cazuri decalotarea se realizează mecanic, cu ajutorul discurilor abrazive din materiale dure cum sînt corindonul, carbura de siliciu etc., cu discuri metalice dure, sau cu discuri diamantate. Primele discuri au un diametru de 100—600 mm și o grosime de 5—10 mm, iar cele metalice un diametru de 50—300 mm.

Uneori se utilizează discuri de oțel diamantate la circumferință, pe o porțiune, de 5—20 mm. La aceste discuri care au o viteză de 2 500—3 500 rot/min, articolele pentru decalotare nu se mai rotesc, ci se presează perpendicular pe disc, pînă cînd acesta străbate produsul dintr-o parte în cealaltă. În timpul decalotării cu aceste discuri este necesar ca pe locul de decalotare să curgă continuu apă, pentru a preveni formarea tensiunilor periculoase.

## 5.2. Șlefuirea

Prin șlefuire se înțelege operația prin care se elimină proeminențele rămase pe suprafețele sau marginile produselor după fasonare sau decalotare, cu scopul de a le netezii sau de a le da forme geometrice regulate diferitelor suprafețe pentru așezare, etanșare etc.

Procesul de șlefuire se bazează pe diferența de duritate dintre sticlă (4—7 în scara Mohs) și abraziv care are în general peste 7.

La operația de șlefuire modul în care granulele abrazive se mișcă pe suprafața sticlei este determinat în mare măsură de forma lor. Astfel, granulele rotunde se rostogolesc în timp ce granulele paralelipipedice și cele cu muchii tăioase au tendință de alunecare și de tăiere.

Prin aceste mișcări granulele atacă suprafața sticlei producînd șanțuri, tăieturi și crăpături care se încrucișează între ele în toate direcțiile. Datorită ciupiturilor, frînturilor, adînciturilor și ridicăturilor care dau naștere la suprafață neregulată și ale căror dimensiuni sînt mai mari decît lungimea de undă a radiațiilor luminoase din spectrul vizibil, suprafața sticlei șlefuite devine mată.

Examinată mai adînc, suprafața sticlei șlefuite apare compusă din două straturi și anume :

- un strat de suprafață cu vătămări vizibile sub formă de ridicături și adîncituri orientate în toate direcțiile, ce formează relieful suprafeței și care se numește „strat în relief“ ;

- sub acesta se află un alt strat care nu este vizibil cu ochiul liber, format din diferite crăpături ce se încrucișează reciproc numit „strat de crăpături“.

Formarea acestor straturi sub acțiunea granulelor abrazive are loc concomitent.

Stratul al doilea are o rezistență mai mică decît primul strat astfel că după îndepărtarea primului, el va fi mai ușor atacat de către granulele din ce în ce mai fine ale abrazivului.

Viteza de șlefuire se exprimă prin cantitatea de sticlă îndepărtată în unitatea de timp, de pe unitatea de suprafață a produsului.

Această viteză de șlefuire depinde de compoziția chimică a sticlei, de natura și constituția abrazivului cum și de factorii tehnologici ai procesului de șlefuire.

### 5.2.1. Factorii care influențează viteza de șlefuire

*Compoziția chimică a sticlei.* Viteza de șlefuire este influențată pozitiv sau negativ de compoziția chimică a sticlei. Pe baza numeroaselor studii efectuate, s-a stabilit că dintre componenții sticlei cea mai mare influență asupra vitezei de șlefuire o are oxidul de plumb ( $PbO$ ), viteza de șlefuire a sticlei crescînd proporțional cu conținutul de oxid de plumb din compoziția ei. Sticlele calcosodice au o viteză de șlefuire mai mică. Ea este influențată în mod pozitiv de creșterea conținutului de alcalii și de bioxid de siliciu ( $SiO_2$ ). Oxidul de bor ( $B_2O_3$ ) micșorează viteza de șlefuire, iar oxidul de calciu ( $CaO$ ) are o influență negativă și mai puternică. Influența celorlalți oxizi componenți se simte într-o măsură mult mai mică.

**Natura și constituția abrazivului.** Abrazivul se utilizează fie sub formă de suspensie de granule în apă, fie legat sub formă de discuri abrazive sau aplicat pe benzi (suport) textile cu ajutorul unui liant ceramic sau din bachelită. Cu cît abrazivul este mai dur, cu atît

este mai mare capacitatea lui de șlefuire. Pentru compararea capacității de șlefuire a diferiților abrazivi se întrebuintează noțiunea de „coeficient specific de șlefuire“. Acesta reprezintă cantitatea de sticlă îndepărtată prin șlefuire, raportată la un gram de material abraziv întrebuintat, păstrând constanți ceilalți parametri. Considerînd nisipul ca etalon, cu coeficientul 1, ceilalți abrazivi se prezintă astfel :

electrocorindon 4,8

carbură de siliciu 7,2

corindon 5,7

carbură de bor 8,7

**Granulația abrazivului.** Alegerea materialului abraziv se face în funcție de grosimea peretilor produsului și de compoziția chimică a sticlei. În general cu cît granulația abrazivului este mai mare, cu atît crește și viteza de șlefuire dar și suprafața sticlei va fi mai rugoasă și mai neregulată. Pe măsură ce se micșorează granulația abrazivului, suprafața șlefuită devine din ce în ce mai fină, iar viteza de șlefuire scade.

**Cantitatea de abraziv utilizată în unitatea de timp.** Viteza de șlefuire este mult influențată de cantitatea de material abraziv utilizată în unitatea de timp. Crescînd această cantitate, viteza de șlefuire crește și ea pînă la un punct ce reprezintă viteza optimă; pentru nisip cu granulația de 200—300 $\mu$  viteza optimă de șlefuire corespunde unei cantități de 1 600 g/h. Peste cantitatea de 1 800 g/h viteza de șlefuire scade, pentru că plusul de abraziv nu mai ajunge la suprafața sticlei, ci o parte din granulele abrazivului se freacă între ele și ies de sub produs fără a-l șlefui.

**Presiunea obiectului pe discul abraziv.** Din experiențele efectuate s-a constatat că prin creșterea presiunii de lucru, crește și viteza de șlefuire cu condiția ca odată cu creșterea presiunii să se asigure și o creștere proporțională a materialului abraziv utilizat.

Practic, pentru fiecare granulație există o presiune optimă, care se află între 400 și 600 gf/cm<sup>2</sup>.

**Viteza dispozitivului de șlefuit.** Viteza de șlefuire crește proporțional cu viteza dispozitivului de șlefuit, pînă la o anumită limită, după care scade datorită forței centrifuge care îndepărtează suspensia de abraziv de pe șaiba de șlefuire.

**Concentrația suspensiei de abraziv.** O influență sensibilă asupra vitezei de șlefuire o are concentrația suspensiei de abraziv. Aceasta se exprimă prin raportul dintre cantitățile în greutate de lichid și solid.

Cantitatea de lichid (apă) necesară crește cu cît se micșorează granulația abrazivului. Astfel, pentru un nisip cu granulația peste 50 $\mu$ ; raportul optim de lichid/solid din suspensie este între 1 și 2, iar la granulația de sub 50 $\mu$  raportul optim este 3—5.

### 5.2.2. Materiale abrazive întrebuințate pentru șlefuire

Materialele abrazive utilizate la șlefuirea sticlei sînt naturale sau artificiale. Din grupa celor naturale fac parte următoarele :

— *diamantul* care este carbon nativ cristalizat în sistemul cubic. Este cel mai dur mineral, avînd duritatea 10 în scara Mohs, iar greutatea specifică 3,4—3,6 gf/cm<sup>3</sup>. Pentru șlefuirea sau sculptarea sticlei diamantul se utilizează sub formă de praf depus pe burghie, șaibe sau alte scule de diferite forme ;

— *corindonul* este Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cristalizat, variat colorat cu duritatea 9 în scara Mohs și greutatea specifică 3,4—4 gf/cm<sup>3</sup>. La șlefuire se întrebuințează sub formă de pulbere ;

— *granații* sînt compuși de silicați de aluminiu, mangan, magneziu, crom și fier cristalizați în sistemul cubic. Au duritatea 6,5—8, iar greutatea specifică 3,4—4,3 gf/cm<sup>3</sup>. Pentru șlefuire se întrebuințează sub formă de pulbere ;

— *nisipul cuarțos* este unul din cele mai utilizate materiale abrazive pentru șlefuire, datorită atît durității sale (7), dar mai ales faptului că este foarte ieftin comparativ cu ceilalți abrazivi. Are greutatea specifică 2,5 gf/cm<sup>3</sup>. Din cauză că în natură se găsește impurificat cu diverse materiale și în diferite granulații, trebuie ca înainte de utilizare să fie spălat și separat prin sortare pe granulații.

Dintre abrazivii artificiali cei mai utilizați sînt :

— *electrocorindonul normal* cu un conținut de 91—97% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> care se obține prin topirea bauxitei cu adaosuri reducătoare în cuptoare electrice ;

— *electrocorindonul nobil* cu un conținut de 97—99% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Se obține prin topirea aluminei fără nici un adaos. Calitățile abrazive superioare ale ambelor sorturi variază proporțional cu conținutul de alumină ;

— *carbura de siliciu* (SiC) se obține prin reacția dintre SiO<sub>2</sub> și carbon, în cuptoare electrice la temperatura de 2000°C. În funcție de gradul de impurificare SiC este colorată de la verde pînă la negru, are duritatea 9,5—9,7 iar greutatea specifică 3,1—3,4 gf/cm<sup>3</sup> ;

— *carbura de bor* (B<sub>4</sub>C) se obține prin încălzirea în cuptoare electrice la circa 2500°C a unui amestec de anhidridă borică (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) cu cocs. Se prezintă sub formă de pulbere sau cristale negre. Are duritatea 9,8—9,95 iar greutatea specifică 2,5 gf/cm<sup>3</sup>.

Materialele abrazive sînt livrate sub formă de pulbere sau sub formă de benzi de hîrtie sau pînză, pe care pulberea este aplicată cu lianți, cum și sub formă de unelte abrazive de format foarte diferit.

După gradul de duritate materialele abrazive artificiale se împart în cinci grupe, notate cu următoarele indicative :

foarte moale : E, F, G ;  
moale : H, I, J, K ;  
mijlociu : L, M, N, O ;  
tare : P, Q, R, S ;  
foarte tare : T.U.V.

Granulația lor are următoarele grupe :

mare	16, 20, 24, 30, 40
mijlocie	40, 46, 54, 60, 80
fină	80, 100, 120, 200
foarte fină	200, 220, 240, 280
extrafină	280, 320, 400, 500.

Alegerea corectă a materialului abraziv determină productivitatea șlefuirii, finețea suprafeței prelucrate, cum și uzura abrazivului, întrucât nu există un abraziv universal corespunzător tuturor tipurilor de prelucrări și care să fie convenabil și din punctul de vedere al eficienței economice.

### 5.2.3. Șlefuirea pe șaibă

Instalația de șlefuire este formată dintr-un ax vertical, pe care este fixată o șaibă de fontă. Axul este pus în mișcare printr-un motor electric. În jurul șaibei este o cutie metalică rotundă, în care se scurge suspensia de apă cu abraziv după șlefuire. Deasupra șaibei se află un mic buncăr cu pîlnie din care curge pe șaibă suspensia de apă cu abraziv. Uneori discul de fontă este înlocuit cu un disc din material abraziv.

Diametrul discului este de 400—800 mm, iar viteza lui de 300—800 rot/min.

În mod obișnuit, șlefuirea se face în două faze : șlefuirea dură și șlefuirea fină.

Prin șlefuirea dură se atacă suprafața sticlei cu ajutorul abrazivilor de granulație mare sau mijlocie, urmărindu-se îndepărtarea stratului superficial pînă la dimensiunile cerute. Prin șlefuirea fină, care se realizează prin întrebuințarea abrazivilor cu granulație din ce în ce mai fină, se urmărește netezirea suprafeței rugoase, rămasă de la șlefuirea dură.

#### 5.2.4. Rodarea

Operația de șlefuire a anumitor piese de etanșare ca dopuri de borcane și sticle farmaceutice sau cosmetice și robinete pentru diverse tubulaturi se numește rodare.

Rodarea se face cu un ax orizontal pe care se fixează, într-un dispozitiv de stringere, dopul produsului ce trebuie rodat. Prin rotirea dopului în gura produsului care este ținut de muncitor și mișcat puțin în jurul dopului se execută rodajul dorit. În tot timpul operației se introduce suspensia de abraziv între dop și gura produsului. Utilizând abrazive cu granulații din ce în ce mai fine se obține o rodare corectă.

#### 5.2.5. Șlefuirea pe benzi abrazive

Șlefuirea pe discuri de fontă cu suspensie de abraziv sau pe discuri abrazive prezintă unele dezavantaje ca :

- productivitate mică datorită vitezei de șlefuire care este dependentă de factorii prezentați anterior și care, de cele mai multe ori, nu pot fi controlați și nici menținuți la valorile lor optime de șlefuire ;

- rebuturi într-un procent ridicat datorită atît discului, cît și celorlalte condiții de lucru.

Aceste deficiențe au condus la înlocuirea în mare măsură a acestui procedeu cu procedeul de șlefuire pe benzi abrazive.

Banda abrazivă constă dintr-un suport (bandă textilă) pe care se fixează un abraziv dur ca electrocorindon sau carbură de siliciu cu ajutorul unui liant hidrozistent. Banda se montează pe o instalație orizontală sau verticală prevăzută cu două tambure, din care unul pentru antrenare, iar celălalt pentru întinderea benzii în timpul lucrului și slăbirea în momentul schimbării. Pentru răcirea suprafeței sticlei în timpul șlefuirii, banda este alimentată cu un jet de apă.

Șlefuirea se execută într-o singură fază și se face prin apăsarea suprafeței articolului pe bandă, care are un suport plan fixat în spatele ei (fig. 5.3).

Viteza benzii este de 600—900 m/min.

Articolele care necesită o șlefuire pretențioasă, din punct de vedere calitativ, se șlefuesc pe mașinile cu benzi verticale, ce permit o supraveghere permanentă a produsului în timpul șlefuirii, pe cînd articolele mai puțin pretențioase și mai voluminoase se șlefuesc pe mașini orizontale.

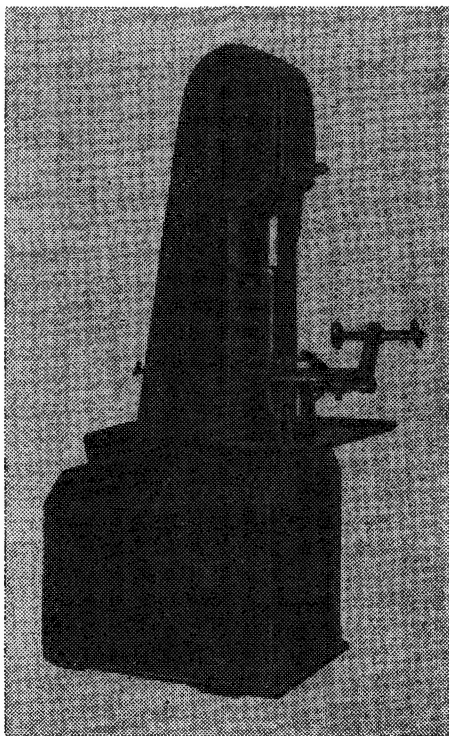
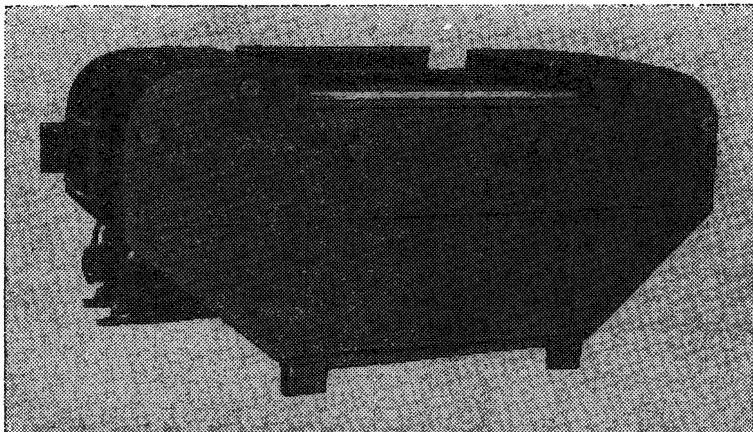


Fig. 5.3. Banda de șlefuit :  
*a* — orizontală ; *b* — verticală.

Granulația abrazivului fixat pe benzi variază în funcție de articolele care se șlefuiesc. Pentru articolele cu o șlefuire mai grosieră se utilizează granulația de 100—150. Pentru o șlefuire fină cum este cea necesară la paharele obișnuite se utilizează granulația de 180—280. Pentru șlefuirea foarte fină se utilizează granulația de 320—500.

În fabricile noastre se utilizează benzile de 3 500/350 mm pentru mașinile orizontale și de 3 500/120 mm pentru cele verticale.

Productivitatea unei mașini este de 2 500—3 000 pahare de 100 ml/8 h, iar cu o bandă se pot șlefui circa 2 000 pahare.

### 5.3. Lustruirea

Articolele de sticlă șlefuite prezintă pe suprafața șlefuită un aspect mai mult sau mai puțin mat, în funcție de finețea șlefuirii realizate. Pentru eliminarea acestui aspect și obținerea luciului este necesar ca aceste suprafețe să fie supuse operației de lustruire (polizare).

Lustruirea se poate realiza în următoarele moduri: mecanic, termic și chimic.

#### 5.3.1. Lustruirea mecanică

Lustruirea mecanică se realizează după aceleași principii ca și șlefuirea. Ciupiturile foarte mici produse în timpul șlefuirii fine și care persistă pe suprafață pînă aproape de finalul lustruirii, conduc la concluzia că lustruirea mecanică a sticlei constă în esență dintr-o microabraziune mecanică superficială, executată la scară submoleculară. Pentru executarea ei se întrebuițează aceleași instalații ca la șlefuire, cu deosebirea că discul de fontă este înlocuit cu un disc moale din pîslă, perie sau lemn de esență moale, avînd o viteză de 400—800 rot/min. Pe aceste discuri se aduce intermitent sau continuu suspensia de abraziv, care are o granulație extrafină.

Ca abraziv se utilizează piatra ponce, kiselgur, oxid roșu de fier și pentru lustruirile cele mai pretențioase oxidul de ceriu, care are un efect de lustruire foarte intens.

Pentru eliminarea tuturor neregularităților microscopice ale suprafeței rămase de la șlefuire, este necesar să fie îndepărtat de pe suprafața șlefuită, un strat care să depășească adîncimea rizurilor și care ajunge la 10—20  $\mu$ . Deși stratul îndepărtat prin lustruire este mai mic decît cel îndepărtat prin șlefuire, totuși operația de lustruire



durează mai mult datorită granulației extrafine a abrazivului. În practică s-a constatat că la temperatura apei de 40°C se obține cea mai bună viteză de lustruire.

### 5.3.2. Lustruirea termică

Această lustruire se realizează prin topirea superficială a suprafeței șlefuite și netezirea tuturor neregularităților microscopice rămase de la șlefuire. La temperatură ridicată, proeminențele microscopice se înmoaie și datorită tensiunii superficiale a sticlei se uniformizează, suprafața respectivă primind un luciu foarte aspectuos.

În cazul articolelor suflate și șlefuite cum sint paharele, lustruirea termică se realizează cu ajutorul mașinii de lustruit (ars) Ea se compune dintr-un postament cu un ax vertical pe care este fixată o masă rotativă. Pe marginea mesei sint 20—30 suporturi, de asemenea, rotative în jurul axului lor.

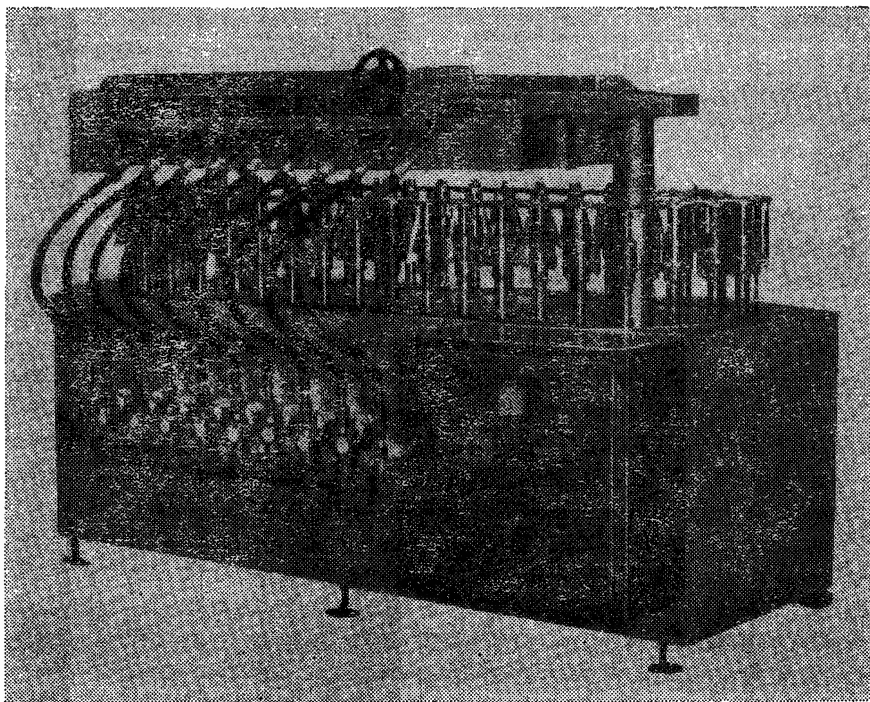


Fig. 5.4. Mașina de lustruit termic.

Deasupra mesei rotative pe o anumită porțiune se află un sector încălzit cu o flacără puternică.

Pentru lustruire, articolele șlefuite se așază pe suporturi. Prin rotirea mesei, articolele trec fiecare prin sectorul încălzit, iar prin rotirea suporturilor întreaga suprafață șlefuită este uniform expusă flăcării, care topește toate neregularitățile și rotunjește marginile dând articolelor un lustru plăcut.

La alte mașini de ars, masa rotativă cu suporturi este înlocuită printr-un conveyer cu suporturi, care nu mai are o singură flacără, ci mai multe flăcări ascuțite la nivelul decalotării. Și în acest caz, suporturile rotative expun întreaga suprafață șlefuită în mod uniform flăcărilor (fig. 5.4).

În ultimii ani a fost construită o mașină automată (Biebuyck, fig. 5.5) care execută următoarele operații de finisare a paharelor suflate sau a altor articole asemănătoare cu ele :

- decalotarea prin șoc termic ;
- șlefuirea și lustruirea mecanică a suprafeții tăiate ;
- finisarea bordurii interioare ;
- finisarea bordurii exterioare ;
- spălarea produselor.

Funcționarea mașinii se bazează pe principiul conveyerului, având asigurată succesiunea diverselor funcțiuni prin comenzi electropneumatice.

În mașină sînt încorporate și accesoriile pentru filtrarea, ungerea și reglarea presiunii aerului.

Mașina cuprinde 20 posturi de lucru repartizate pe operații în modul următor :

În postul 1 se face încărcarea mașinii.

În postul 2 trasarea pe circumferința articolului prin capete de trasare autoreglate.

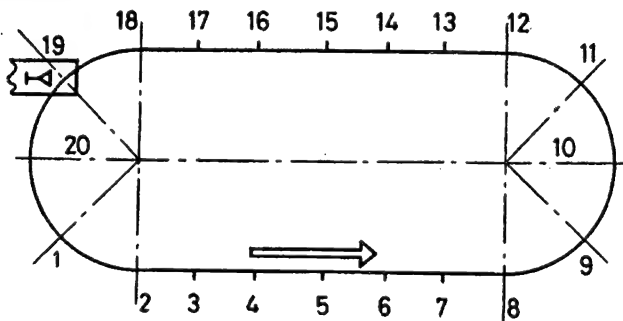


Fig. 5.5. Schema de lucru a mașinii automate Biebuyck

În posturile 3, 4 și 5 are loc decalotarea prin șoc termic cu ajutorul unor arzătoare de precizie cu 5 becuri montate față în față.

În posturile 6 și 7 răcirea forțată a porțiunii încălzite.

În postul 8 îndepărtarea calotei. În posturile 9, 10 și 11 are loc răcirea naturală a zonei încălzite.

În postul 12 se face o răcire forțată a articolului, în apă. În posturile 13 și 14 se face șlefuirea dură și fină a suprafeții tăiate.

În postul 15 se face finisarea bordurii interioare. În postul 16 finisarea bordurii exterioare. În postul 17 are loc lustruirea mecanică prin discuri de granulație foarte fină.

În postul 18 se face spălarea interioară și exterioară.

În postul 19 se face transferul articolului finisat, pe o bandă de masă plastică.

În postul 20 se face pregătirea pentru primirea altor articole.

În tabelul 5.1 se dau caracteristicile acestei mașini.

*Tabelul 5.1*

**Caracteristicile mașinii Biebuyck**

Denumirea	Unitatea de măsură	Mărimea
Lungime	m	2,2
Lățime	m	1,8
Înălțime	m	1,4
Capacitate de lucru		
Pahare cu $\Phi$ la bază	mm	40—135
Pahare cu $\Phi$ la gură	mm	40—150
Pahare cu înălțimea fără calotă	mm	45—250
Viteza de lucru	buc/h	900—1 800
Consum de curent electric	kW	3
Greutate	t	2

#### 5.4. Sculptarea (cizelarea)

Sculptarea (cizelarea) este operația prin care se realizează, cu ajutorul discului abraziv, un desen în adâncime, sau la suprafața articolului, în scopul ridicării nivelului estetic. Se execută cu discuri abrazive a căror diametre variază de la 10 la 40 cm și grosimea de la 1 la 3 cm. Discurile se rotesc în poziție verticală cu 150—2 000 rot/min. Ele sînt din electrocorindon sau carbură de siliciu de duritate mijlocie (L.M.N.O.) și cu o granulație cuprinsă între 60 și 400.

Profilul circumferinței discului diferă mult, fiind în funcție de adâncimea sau suprafața desenului. Mașinile pe care se montează discurile numite și „Zeiguri“ se compun dintr-o carcasă de fontă bine fixată pe un postament de beton. În interiorul carcasei se află motorul de antrenare cu instalația de transmisie și de schimbarea vitezelor. În tot timpul sculpturii pe muchia discului se aduce o suviță de apă pentru răcirea produsului și pentru îndepărtarea particulelor rezultate.

Sculptarea de suprafață se execută cu un singur disc, pe cînd sculptarea de adâncime se execută, în general, în două faze succesive pentru micșorarea duratei operației de sculptare : la început se face o sculptare dură la un disc cu granulație de 60—80, după care urmează sculptarea fină la discuri cu granulația de 200—280. După sculptare, articolele prezintă un aspect mat și pentru obținerea luciului se supun lustruirii mecanice cu peria sau pîslă. În timpul lustruirii se alimentează intermitent suspensia de abraziv extrafin.

Discurile abrazive pentru a putea fi montate pe axul orizontal necesită turnarea plumbului, în vederea formării filetului interior. De asemenea, discurile necesită pregătirea (strungirea) muchiilor pentru executarea sculpturii respective.

Înainte de executarea propriu-zisă a sculpturii, este necesară însemnarea pe orizontal și vertical a articolului, în vederea încadrării modelului în normele cerute și asigurării corectitudinii modelului.

Sculptarea este influențată de aceiași factori care influențează și șlefuirea.

Din practică s-a constatat că cea mai indicată viteză periferică a discului, pentru sculptarea cu electrocorindon este 6—9 m/s, iar la carbura de siliciu 8—10 m/s. Peste aceste viteze apar vibrații și riscul producerii arsurilor pe suprafața sculptată, datorită îndepărtării apei de către forța centrifugă.

Pentru obținerea unor sculpturi drepte sau cu contur regulat, se utilizează și mașini automate, care sculptează deodată mai multe articole de același fel și de aceeași mărime. O astfel de mașină este mașina automată P.M.3 (fig. 5.6).

*Mașina de sculptat P.M. 3* se utilizează la sculptarea automată a paharelor sau pentru alte articole. Modelele de decoruri ce le poate realiza sînt șlifuri radiale, oblice, inelare, spirale rombice, cum și combinații între ele.

Mașina este compusă din :

- axul cu cele opt stații de gravat ;
- axul cu cele opt brațe oscilante, suporturi pentru articolele care se gravează ;



Fig. 5.6. Mașina de sculptat P.M.3.

- sistemul de acționare a discurilor abrazive care se face printr-un motor cu turație pînă la 3 600 rot/min ;
- angrenajul de reglare.

Pentru intrarea în producție se execută următoarele lucrări pregătitoare :

- potrivirea camelor de disc din dreapta și stînga ;
- montarea suporturilor de cauciuc și a paharelor ;
- fixarea distanței dintre pahar și discul abraziv ;
- avansarea suportului cu pahare ;
- potrivirea lungimii șlifului ;
- stabilirea unghiului de gravare ;
- fixarea poziției tuturor brațelor oscilante ;
- fixarea adîncimii șlifului.

Cu aceste operații mașina este reglată. După reglare urmează punerea în funcțiune prin butonul de conectare a acționării șlefuirii. Deconectarea se face automat după terminarea ultimului șlif.

Mașina sculptează 700—1 200 pahare/8 ore în funcție de complexitatea modelului.

Este acționată prin două motoare a 7,5 kW fiecare.

Necesită : aer comprimat 1 m<sup>3</sup>/min. de 4—7 at, vid 1,8 m<sup>3</sup>/min. de 0,3—0,4 at.

## 5.5. Perforarea

Perforarea articolelor de sticlă se face cu ajutorul mașinilor de perforat (găurit), care sînt similare cu cele întrebuințate în atelierele mecanice. Burghiul de perforat este executat din oțel de scule foarte dur și se termină cu două, trei muchii ascuțite. În timpul operației de perforare, burghiul este alimentat cu o suspensie de abraziv, care ajută la străpungere, răcind în același timp atît sticla cît și burghiul.

Cînd operația de perforare este de serie mare, se utilizează burghie diamantate. Viteza de lucru cu burghie diamantate este mult mai mare decît cu celelalte scule.

## 5.6. Pictarea

Pictarea este procedeul de decorare a articolelor de sticlă prin aplicarea unor coloranți, în scopul ridicării valorii estetice și comerciale a produselor. Acest procedeu este foarte des utilizat, mai ales la sticlăria de menaj.

Din punct de vedere tehnologic procedeele de pictare se clasifică în două grupe :

- pictarea prin decor rece ;
- pictarea prin decor ars.

Prima se execută cu coloranți organici din grupa coloranților de ulei, care se fixează la suprafața sticlei pe baza lacurilor. Datorită faptului că aceste decoruri se degradează ușor, pentru sticlăria de menaj se întrebuințează foarte rar. Utilizarea acestui procedeu în prezent este limitată la ornamente ocazionale, cum sînt globurile de pom de iarnă etc.

Pictarea cu decor ars folosește coloranți anorganici amestecați cu fondanți de natură sticloasă și care se fixează pe articole prin ardere în cuptoare speciale.

După natura coloranților întrebuințați și metoda de aplicare, pictarea cu decor ars se împarte în următoarele subgrupe :

- pictarea cu emailuri ;
- pictarea cu metale ;
- pictarea prin cimentare.

### 5.6.1. Pictarea cu emailuri

Emailurile sînt sticle ușor fuzibile, care conțin unul sau mai mulți coloranți, în vederea obținerii culorii dorite. În compoziția emailurilor intră, prin urmare, fondantul și colorantul.

Fondantul este în general o sticlă de plumb sau de plumb și bor, a cărei compoziție variază în funcție de caracteristicile pe care dorim să le aibă culoarea (transparentă sau opacă).

În tabelul 5.2. sînt prezentate cîteva compoziții de fondanți întrebuințați la prepararea emailurilor.

Tabelul 5.2

Compoziții de fondanți

Materii prime	Pentru culori transparente		Pentru culori opace	
	a	b	c	d
Nisip	12%	14%	30%	30%
Miniu de plumb	68%	64%	55%	70%
Borax	20%	22%	15%	—

Pentru obținerea fondantului, amestecul executat în proporțiile stabilite și bine omogenizat, este topit într-un cuptor rotativ, cu creuzete sau de alt tip la temperatura de 1 300—1 450°C. Sticla obținută se fritează prin turnare în apă, iar granulele obținute se macină fin în mori cu bile și se cerne prin site de 4 900 ochiuri/cm<sup>2</sup>. Praful obținut se amestecă cu coloranții omogenizîndu-se bine, după care se macină din nou și se trece prin sita de 10 000 ochiuri/cm<sup>2</sup>.

În continuare se prezintă cîteva compoziții de emailuri pentru diverse culori :

alb	fondant	12%
	bioxid de staniu	88%
galben de lămîie	fondant	90%
	oxid de staniu	8%
	antimoniât de potasiu	2%
verde	fondant	96%
	oxid de cupru	2,5%
	bicarbonat de potasiu	1,5%
bleumarina	fondant	98,5%
	peroxid de cobalt	1,5%
albastru închis	fondant	70%
	oxid de cobalt	15%
	oxid de zinc	15%

roșu	fondant	90%
	purpura lui Casius	10%
negru	fondant	74%
	oxid de cobalt	13%
	oxid de mangan	13%

## 5.6.2. Pictarea cu metale

Pentru decorarea articolelor de sticlă uneori se folosesc metalele prețioase : aurul, platina și argintul.

Se cunosc următoarele procedee de decorare cu metale :

- procedeul cu metale lustruite ;
- procedeul cu metale strălucitoare ;
- procedeul cu lustre.

**Procedeul cu metale lustruite.** Preparatul întrebuițat la acest procedeu se obține prin amestecarea metalului foarte fin măcinat cu un fondant în proporție de 8/1, în prezența unui lichid organic (terebentină). Fondantul, care este în general boratul de plumb sau oxidul de bismut, are rolul de a asigura, prin topire, fixarea metalului pe sticlă. Conținutul în aur al soluției este de 15—17%, iar la argint de 30—40%. După aplicare și ardere decorurile au un aspect mat. Pentru îndepărtarea acestui aspect este necesară lustruirea. Dacă se dorește o strălucire mată atunci lustruirea se face la o șaibă de fontă cu suspensie de nisip fin. Pentru o strălucire intensă lustruirea se face prin perie cu suspensie de săpun, sau cu piele de câprioară și suspensie foarte fină de cretă.

Platina, datorită prețului său foarte ridicat, nu se întrebuițează în acest procedeu. Decorul acesta este foarte rezistent.

**Procedeul cu metale strălucitoare.** Preparatul pentru acest procedeu este format dintr-o soluție coloidală a metalului prețios în balsam de sulf și ulei de lavandă, la care se adaugă și un procent mic de fondant. Pentru pictare se întrebuițează, în general soluții cu un conținut de 12% aur.

Grosimea stratului depus prin decor este de circa 1/10 000 mm. Pentru obținerea unei bune aderențe între metal și sticlă, este necesar ca înainte de aplicarea decorului, suprafața articolului să fie dezalcalinizată și degresată. Prin arderea decorului la o temperatură apropiată de temperatura de înmuire a sticlei, balsamul arde rămânând pe suprafața articolului un strat metalic strălucitor.

**Procedeul cu lustre.** Lustrele sînt soluții de compuși organici ai metalelor, care se obțin prin topirea sărurilor metalice cu rășini. Aceste soluții sînt apoi aduse la consistența necesară cu dizolvanți organici și cu uleiuri eterice. Se produc în cele mai diferite nuanțe. Depozitarea lor se face în sticle bine curățate într-un loc rece și uscat,



lipsit de razele soarelui. Lustrele sînt foarte sensibile față de praf, de aceea atmosfera încăperii unde se lucrează trebuie să fie lipsită de praf. De asemenea suprafața produselor pe care se aplică, trebuie să fie bine curățată și degresată. Aplicarea lustrelor pe suprafața produselor se face prin metodele obișnuite de decorare, manual cu pensula sau prin pulverizare cu pistolul.

Pensulele care se utilizează la decorarea cu lustre trebuie să fie foarte moi și elastice, cele mai bune fiind din păr de cămilă și coadă de veveriță.

În general lustrele albastre, negre și roșii se aplică în strat mai gros, cele verzi, galbene și cenușii în strat mai subțire, iar cele sidefii în strat foarte subțire.

După aplicarea lor pe suprafața articolului decorat, lustrele formează o peliculă de lac, care prin ardere lasă pe sticlă un strat subțire de oxizi, care este topit pe suprafața sticlei. Grosimea stratului este de circa  $1/10\,000$  m. Diferența dintre indicii de refracție al stratului și al sticlei dă efecte irizante foarte frumoase.

### 5.6.3. Pictarea prin cementare

În acest procedeu, care este foarte rar întrebuintat, se obține difuzarea ionilor de argint sau cupru în stratul superficial al sticlei printr-un tratament termic adecvat.

Cementarea cu argint se întrebuintează uneori pentru obținerea decorului galben, a cărui intensitate variază după condițiile de lucru. Preparatul pentru decor se obține amestecînd bine sarea de argint (clorură sau azotat) cu ocru-galben sau caolin în proporție 1 la 10. La acest amestec se adaugă o cantitate suficientă de soluție diluată de gumă arabică, în vederea obținerii unei paste. Cu această pastă se pictează articolul, care apoi se arde. Acest procedeu dă rezultate mai bune la sticlele cu temperatura de înmuiere scăzută.

Cementarea cu cupru este mult mai complicată decît cementarea cu argint și se realizează în trei etape. Preparatul pentru decor se obține prin amestecarea sulfatului de cupru cu caolin în proporție de 1 la 10 și adăugarea soluției apoase de gumă arabică. După decorare, articolele se ard într-un cuptor cu mufă la  $680\text{--}700^{\circ}\text{C}$ , pentru pătrunderea ionilor de cupru în stratul superficial al sticlei. Articolele se răcesc și se spală pentru îndepărtarea caolinului. Se încălzesc a doua oară la circa  $600^{\circ}\text{C}$  într-un cuptor cu atmosferă reducătoare, pentru reducerea oxizilor de cupru la cupru metalic.

#### 5.6.4. Metode pentru aplicarea decorului

Pictarea ca metodă de aplicare a decorului pe suprafața sticlei oferă o gamă variată de posibilități, de la pictarea manuală pînă la modernele metode automate și cu productivitate ridicată. Metodele utilizate pentru aplicarea decorului se clasifică în următoarele grupe :

- cu pensula ;
- prin șprițuire ;
- cu șablonul ;
- cu decalcomanii.

*Metoda cu pensula* care este o metodă manuală, datorită productivității mici, se aplică la decorurile de serie mică și în special la cele complexe și artistice în care talentul și îndemnarea artistului decorator are un rol cu totul deosebit. Materialul de aplicat necesită, înainte de pictare, o pregătire corespunzătoare stării în care se află ; coloranții care se găsesc în stare pulverulentă, trebuie aduși în stare de pastă. Această trecere se face prin amestecarea colorantului cu ulei de terebentină, lavandă sau alt lichid uleios. La decorurile complicate se face trasarea cu ajutorul discului a liniilor orizontale și verticale, pentru asigurarea încadrării decorului în suprafața respectivă. Urmează apoi aplicarea colorantului cu pensula pe suprafața articolului. Pensulele întrebuițate sînt destul de variate ca formă și mărime (rotunde, late, lungi, subțiri, groase etc.) pentru a da posibilitatea trasării pe sticlă a decorurilor dorite.

*Metoda prin șprițuire* se întrebuițează pentru decorarea suprafețelor mai mari. Aplicarea ei se face sub o nișă, unde se aduce produsul pe care se pulverizează colorantul cu ajutorul unui pistol cu aer comprimat.

În vederea pulverizării colorantul se pregătește sub formă de suspensie coloidală, într-o soluție formată din trei părți colorant și o parte alcool etilic sau benzină. Pentru a se fixa bine prin pulverizare și a nu se șterge la uscare, în soluția colorantului se introduce și un fixator (gumă arabică). După șprițuire articolele sînt lăsate să se usuce.

*Metoda cu ajutorul șablonului* și care se poate executa cu pensula sau prin pulverizare, constă în depunerea colorantului în spațiile libere practicate într-o suprafață (șablon) de tablă, carton sau masă plastică, aplicată pe articolul de sticlă.

O variantă a acesteia este sitografia, metodă în care șablonul este format dintr-o sită cu firul de mătase, masă plastică sau bronz fosforos avînd 4 400—6 400 ochiuri/cm<sup>2</sup>. Pregătirea șablonului (sitei) constă, în cazul acesta, în acoperirea suprafeței care nu trebuie pictată cu un lac rămînînd liberă numai porțiunea de sită prin care este necesar să se aplice colorantul.

Sitografia poate fi aplicată prin metode manuale, semiautomate sau automate.

În cele ce urmează se prezintă decorarea prin sitografie cu mașinile Dubuit și Eldred.

*Mașina semiautomată Dubuit* se utilizează la decorarea unor produse de sticlă ca pahare, borcane, butelii, flacoane etc. Ea se compune din dulapul cu dispozitivele pentru încălzirea electrică a șabloanelor și postul de decorare. Acesta, la rândul lui, este format din sistemul de prindere a șablonului metalic și a articolului de decorat și din racleta care imprimă decorul.

Suportul de susținere a șablonului glisează orizontal pe o distanță corespunzătoare unei rotiri complete a articolului, iar rolele de susținere a acestuia au o mișcare în jurul axului propriu pentru a permite rotirea articolului în timpul imprimării decorului.

Mașina poate primi într-o singură culoare.

Modul de lucru este următorul : se montează șablonul cu sita decor pe suportul său. Se pune un articol în postul de decorare și se reglează racleta. Se pune colorantul pregătit pe sită și se pornește mașina, scoțind apoi manual articolul după decorare, când produsele sînt trecute pe banda unui conveyer printr-un uscător tunel și apoi sînt duse la cuptorul de ars decor.

Pentru decorarea produselor la mașina Dubuit se recomandă să se utilizeze culori termoplaste, care se caracterizează prin aceea că se înmoaie la căldură și se întăresc imediat după imprimarea decorului prin trecerea la rece. În acest caz, nu mai este necesară faza de uscare.

Productivitatea mașinii depinde de viteza ei de mișcare, de îndemînarea operatorului și de buna reglare a racletei, variînd, în funcție de articolele care se lucrează, între 8 000 și 12 000 buc. pe 8 ore. Consumul de curent este de 1 kW.

*Linia de decorare a paharelor cu mașina automată Eldred* se compune din :

- instalațiile anexe de alimentare a mașinii ;
- mașina de decorat ;
- banda de transport a paharelor la cuptorul de ars decor ;
- instalația de încălzire și menținere a temperaturii culorii termoplast.

Instalația de alimentare a mașinii se compune din două benzi.

Prima bandă primește paharele pe care le transmite la banda a doua iar aceasta le duce la mașină.

La capătul primei benzi se află o celulă fotoelectrică, care are rolul de a asigura ritmul de alimentare la banda următoare pe care

se află un ax melcat, cu rolul de echidistanțare a paharelor la alimentarea mașinii Eldred.

Legătura între banda a doua și mașină o face un greifer cu palete, care duce câte un pahar pe suportul din dreptul capului de absorbție a mașinii.

*Mașina de decorat* constă dintr-o masă rotativă cu 24 capete de fixare a paharelor prin vid. Deasupra mesei sînt amplasate 4 posturi fixe de decor, pentru aplicarea modelului. Șabloanele sînt încălzite electric.

Paharele sînt puse manual pe prima bandă, de unde trec într-un șir pe banda a doua. De pe aceasta greiferul cu gheare împinge paharele echidistanțate pe suportul capului de absorbție, unde sînt prinse prin vid ; capul de absorbție cu paharul își schimbă poziția din verticală în orizontală, deplasîndu-se spre primul post de decor. Cînd paharul ajunge sub șablon, pînionul cuplează cu cremaliera și rotește paharul pe porțiunea lungimii modelului. După aplicarea unui decor paharul se rotește la poziția inițială, pentru a începe din același loc decorarea în postul următor. Terminînd cu ultimul decor, paharul revine la poziția verticală. Se decuplează vidul și se cuplează aerul comprimat, care împinge paharul pe un suport, iar de pe acesta tot prin jet de aer pe banda de transport.

Caracteristicile de producție ale mașinii Eldred sînt prezentate în tabelul 5.3.

*Tabelul 5.3*

**Caracteristicile de producție ale mașinii Eldred**

Denumirea	Unitatea de măsură	Mărimea
Producția la 1 culoare	buc/8 h	20 000—22 000
Producția la 2 culori	buc/8 h	16 000—18 000
Producția la 4 culori	buc/8 h	14 000 16 000
Consum de :		
aer comprimat de 1,5 at	m <sup>3</sup> /min	0,8
vid de 0,6 at	m <sup>3</sup> /min	1,7
de energie electrică	kW	2

*Metoda cu decalcomanii* folosește desene colorate, realizate cu culori fuzibile sau cu amestec de metale prețioase și emailuri colorate, pe straturi subțiri de lac organic, depuse pe un suport provizoriu de hîrtie.

Depunerea pe suportul de hîrtie se realizează cu ajutorul unui strat adeziv de albumină sau gelatină, care prin umezire permite desprinderea suportului de hîntie și aplicarea desenului pe produs.

Procesul tehnologic de transpunere a decalcomaniilor de pe suportul de hîrtie pe articolele de sticlă este următorul :

- introducerea în apă a suportului de hîrtie cu decalcomania ;
- desprinderea desenului de pe suportul de hîrtie și lipirea desenului pe articol ;
- îndepărtarea stratului uleios prin ștergere ușoară cu un burete umed ;
- uscarea desenului pe produs la temperatura camerei ;
- arderea.

Prin ardere se îndepărtează lacul, rămînînd desenul fixat pe produs.

Decorarea prin decalcomanii a devenit un procedeu frecvent utilizat în industria sticlei, datorită avantajelor pe care le prezintă și anume o productivitate ridicată și decoruri de calitate superioară.

### 5.6.5. Arderea decorurilor pictate

Articolele de sticlă decorate prin pictare, după uscare, sînt supuse operației de ardere la temperaturi ridicate, în scopul fixării decorului pe suprafața sticlei, a obținerii luciului dorit și a nuanțelor definitive de culoare, prin volatilizarea tuturor componentilor organici întrebuițați la pregătirea colorantului.

Temperaturile de ardere variază în limite destul de largi, fiind în funcție nu numai de compoziția materialului de decorare ci și de compoziția sticlei. Astfel, emailurile au temperatura de ardere cuprinsă între 500 și 600°C, metalele prețioase 540—620°C, iar roșul de cimentare 560—700°C.

Alți factori care trebuie să fie luați în considerare la arderea decorurilor pictate sînt durata de menținere la temperatura ridicată și atmosfera cuptorului, care trebuie să fie potrivită coloranților utilizați, în vederea prevenirii apariției unor defecte (bule, rezidii nevolatilizate, alternarea culorilor etc.).

Din studierea diferitelor curbe de ardere se desprind următoarele recomandări :

- pentru evitarea bulelor de ardere precum și tasarea decorului este necesar un bun tiraj, care să asigure îndepărtarea gazelor produse de arderea componentilor organici ;
- o menținere prelungită a articolelor în zona de ardere le dă o strălucire mai mare ;

— lustrele verzi și galbene să nu se ardă împreună cu cele albastre și roșii ;

— cuptorul, la introducerea articolelor decorate, să nu aibă temperatura mai mare de 140—180°C.

Pentru arderea și fixarea decorurilor pictate pe produsele de sticlă se folosesc cuptoarele de ardere cu mufă care, după regimul de ardere, se împart în cuptoare periodice și cuptoare continue.

Cuptoarele periodice sînt camere încălzite indirect, prin mufă. În aceste camere se introduc, pe suporturi, articolele pictate, pînă la umplerea cuptorului, după care se închide bine ușa și începe încălzirea.

Încălzirea se face lent pînă la atingerea temperaturii de ardere indicată pentru colorantul respectiv, temperatură care trebuie să fie cu 10—25°C sub temperatura de înmuiere a sticlei. La această temperatură produsele se țin 15—30 min după care focul se reduce treptat pînă la răcire. Aceste cuptoare în prezent se folosesc foarte rar din cauza dezavantajelor pe care le prezintă : productivitate mică, consum de combustibil mare și rebuturi multe.

Cuptoarele continue cu bandă se aseamănă cu cuptoarele de recoacere tip A.M.C.O., dar, spre deosebire de acestea, au zona de încălzire la mijlocul cuptorului.

Pentru reușita arderii este necesar ca mufa cuptorului să fie bine etanșată, spre a se asigura în spațiul de ardere o atmosferă neutră. În caz contrar, prin infiltrarea gazelor de combustie în spațiul de ardere al produselor decorate, miniul de plumb din fondanți va fi redus la plumb metalic, deteriorînd culoarea decorului. De asemenea, sulful și eventual alte impurități din gazele de combustie influențează în mod negativ calitatea arderii, prin deteriorarea nuanțelor decorurilor și fixarea lor defectuoasă.

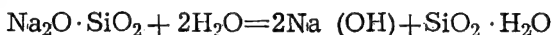
## 5.7. Prelucrarea chimică a suprafeței sticlei

Pentru decorarea articolelor de sticlă, în afară de procedeele descrise, se mai utilizează și procedee chimice de prelucrare a suprafeței, care se clasifică astfel : gravarea chimică, lustruirea chimică și matisarea chimică.

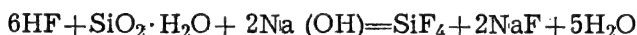
### 5.7.1. Gravarea chimică

Gravarea chimică a produselor de sticlă constă în obținerea unor desene prin corodarea suprafeței cu ajutorul acidului fluorhidric (HF). Se utilizează acid fluorhidric cu o concentrație de 40% și greutatea specifică la 20°C, 1,13.

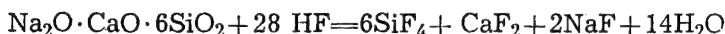
În prezența apei din soluția de acid fluorhidric are loc hidroliza prealabilă a silicatului de sodiu cu formarea hidroxidului de sodiu și a gelului de silice. Reacția chimică care are loc este următoarea :



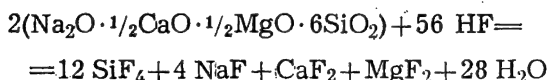
Acidul fluorhidric reacționează cu gelul de silice formînd tetrafluorura de siliciu și apă cum și cu hidroxidul de sodiu, dînd naștere la fluorura de sodiu și apă conform reacției :



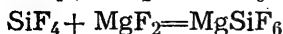
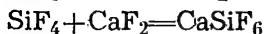
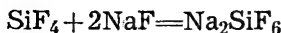
În cazul sticlelor calcosodice reacția chimică este :



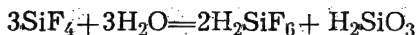
iar pentru sticlele care conțin și magneziu, reacția devine :



Tetrafluorura de siliciu reacționează cu fluorurile alcaline și alcalino-pămîntoase formînd fluorosilicați :



cum și cu apa formînd în acest caz acidul hexafluorsilicic și acidul metasilicic :



Atît fluorurile cît și fluorosilicații sînt puțin solubili în apă, rămî-nînd la suprafața sticlei și dîndu-i un aspect mat.

În mod practic fazele de gravare decurg în ordinea următoare :

— uscarea articolelor de gravat pentru a se asigura aderarea la suprafața sticlei a stratului de protecție antiacidă ;

— acoperirea suprafeței articolelor cu stratul de protecție anti-acid, care se face prin scufundarea articolelor uscate într-o baie de parafină, ceară de albine sau mastic (topitură de ceară, colofoniu, ulei de terebentină, grăsimi și parafină). După scoaterea articolelor din această baie, stratul depus se întărește ;

— prelucrarea la mașinile pantograf, de ghiloșat sau eventual chiar manual, pentru zgîrierea pe suprafața articolului a desenului dorit, cu ajutorul unui virf de oțel. Prin această zgîriere se îndepăr-tează stratul de protecție din locurile unde trebuie să fie atacată sticla ;

— controlarea, corectarea și eventual completarea la locurile care necesită o mai bună acoperire :

— tratarea cu acizi care se face prin imersiunea articolelor în baia de acid fluorhidric, timp de 2—3 min la temperatura de 18—20°C. Parafina nefiind atacată de acidul fluorhidric, vor fi atacate numai porțiunile care au fost zgâriate ;

— îndepărtarea stratului de protecție se realizează de obicei prin introducerea articolelor într-o baie de apă caldă, unde parafina se topește ;

— spălarea articolelor se face cu o soluție alcalină diluată, pentru neutralizarea resturilor de acid fluorhidric și apoi cu apă curată.

Mașina de ghiloșat avînd o productivitate foarte mică, deoarece lucrează numai cu un singur post, este foarte rar folosită.

La pantograf transmiterea desenului de pe model pe articol se face cu ajutorul unui vîrf ascuțit care, prin intermediul unui sistem de pîrghii, reproduce pe articolul de gravat mișcările acului conduscător. Aceste mișcări se pot transmite deodată la mai multe posturi. Pentru acest motiv pantograful poate să lucreze cu 12 sau 24 de posturi, care îi asigură o productivitate destul de ridicată.

Baia de gravare are următoarea compoziție :

— acid fluorhidric	40%	100 ml.
— acid sulfuric	80%	40 ml.
— apă distilată		60 ml.

În fig. 5.7 se prezintă un pantograf cu 24 posturi.

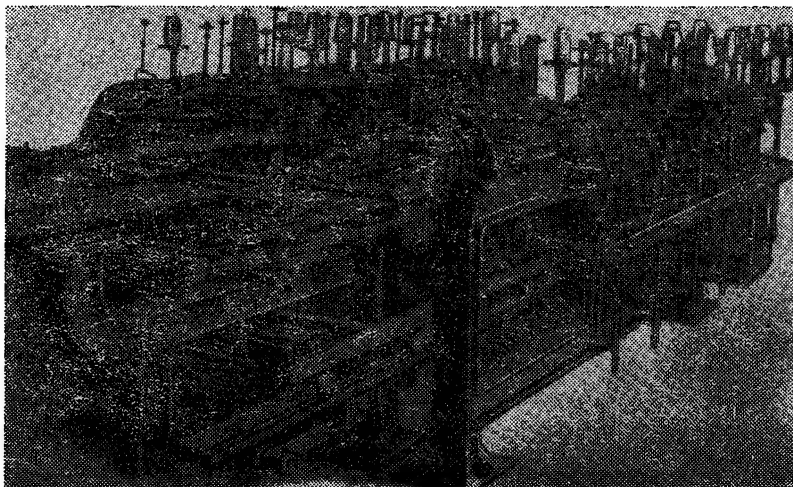


Fig. 5.7. Pantograf cu 24 posturi.



## 5.7.2. Matisarea chimică

Aceasta este operația prin care, cu ajutorul unor reacții chimice, suprafața transparentă a articolelor de sticlă este adusă în stare trans-lucidă, difuzînd lumina care trece prin ea.

Matisarea se utilizează la articolele de iluminat (abajururi, glo-buri etc.) în vederea atenuării efectului de strălucire — obositor pentru ochi — a filamentului incandescent, cum și la articolele de menaj, unde se urmărește obținerea unor efecte artistice. Ea se obține prin atacul suprafeței articolelor cu soluție de acid fluorhidric satu-rată cu diferite adaosuri de fluoruri și sulfati alcalini și de amoniu. Prin aceste adaosuri se urmărește diminuarea solubilității sărurilor care se formează din atacul stratului superficial și depunerea crista-lelor acestor săruri sub forma unei pelicule continue pe suprafața atacată. Neuniformitatea atacului determină apariția de proeminente și adîncituri, care asigură efectul de matisare a suprafeței atacate. În procesul de matisare, un rol foarte important îl are compoziția chimică a sticlei, atît din punctul de vedere al intensității fenome-nului, cît și al calității matisării obținute. Astfel, sticlele cu un con-ținut de trioxid de bor între 10 și 15% nu se matisează, datorită for-mării fluorurii de bor care este solubilă în apă. La sticlele cu un conținut mic de oxizi alcalini și alcalino-pămîntoși, matisarea se obține greu. Sticlele cu conținut mai ridicat de oxizi alcalino-pămîn-toși (calciu și bariu) dau o matisare mai grosieră, pe cînd sticlele cu conținut ridicat de plumb dau o matisare fină, mătăsoasă. Dintre compozițiile cunoscute pentru băile de matisare, cu rezultate bune se întrebuințează următoarele :

- 100 g apă, 8 g fluorură de potasiu și 1 g acid sulfuric ;
- 100 g apă, 100 g bifluorură de amoniu și 20 g acid fluorhidric;
- 100 g bifluorură de amoniu, 25 g acid fluorhidric și 5 g sulfat de bariu.

Printr-un studiu comparativ al matisării s-a constatat că cele mai fine matisări se obțin cu fluorura de potasiu și de amoniu, în timp ce cu fluorura de sodiu se obține matisarea mai grosieră.

De asemenea, s-a constatat rolul pozitiv al sulfatului de bariu la repartizarea uniformă a fluorurilor în soluție și, deci, la obținerea unei pelicule fine de matisare.

În funcție de suprafața care se matisează, operația se poate executa fie în baie, fie prin ungere cu pensula sau chiar prin ștam-pilare. În toate cazurile, după cîteva minute de la aplicare, articolele se spală bine cu apă.

### 5.7.3. Lustruirea chimică

Aceasta este operația prin care se urmărește eliminarea aspectului mat de pe fețele sculptate ale articolelor, cum și îmbunătățirea aspectului suprafeței sticlei prin obținerea unui luciu cât mai intens. Ea se realizează tot prin atacul chimic al suprafeței sticlei cu ajutorul acidului fluorhidric. Reacțiile care se produc la lustruirea chimică sînt aceleași ca și la gravarea chimică.

Dacă la lustruire se utilizează numai acid fluorhidric, sărurile care se formează sînt în general solubile în apă și procesul de atac al suprafeței sticlei decurge în mod uniform. Dacă se utilizează un amestec de acid fluorhidric cu acid sulfuric se formează și sulfati insolubili, care se depun în adînciturile fețelor sculptate, determinînd un atac mai puternic al proeminențelor fețelor sculptate și prin aceasta o netezire a acestor fețe, ridicînd nivelul calitativ al lustruirii. Viteza de lustruire depinde de concentrația acidului folosit, de cantitatea de săruri formate în unitatea de timp și de solubilitatea lor. Un rol important în viteza de lustruire a sticlei o are compoziția ei chimică. Sticlele cu plumb în compoziție se lustruiesc uniform și mult mai repede, pe cînd sticlele calcosodice se lustruiesc mai greu și mai puțin uniform.

Pentru lustruire se utilizează, de obicei, două sau trei băi din care una pentru lustruirea propriu-zisă, iar restul pentru spălare și neutralizare. Articolele pentru lustruire se introduc într-un coș perforat de masă plastică și cu acesta sînt imersate în baia de lustruire de 3—5 ori. Durata imersării este la început de 5—10 s, apoi crește la 20—30 s. După fiecare imersare articolele se scot, se scurg repede și apoi se introduc în baia de spălare unde se agită circa 10—15 s.

Compoziția unei băi de lustruire este următoarea :

acid sulfuric	60%
acid fluorhidric	15%
apă	25%

Spălarea după imersarea din baia acidă de lustruire are rolul de a dizolva și îndepărta sărurile solubile formate și depuse în adîncurile suprafeței sculptate. Temperatura băii de lustruire este de 40—50°C, iar a băii de spălare de 50—60°C.

Consumul pentru 1 000 pahare de 200 ml este de circa 17 kg acid fluorhidric și 55 kg acid sulfuric. Operația, în general, se face manual. Lustruirea chimică manuală prezintă unele neajunsuri importante pentru eliminarea cărora a fost necesară punerea la punct în ultimii ani a unui procedeu automat, care utilizează o mașină ce execută toate fazele lustruirii chimice.

Mașina de lustruire chimică (fig. 5.8) se compune din următoarele părți principale :

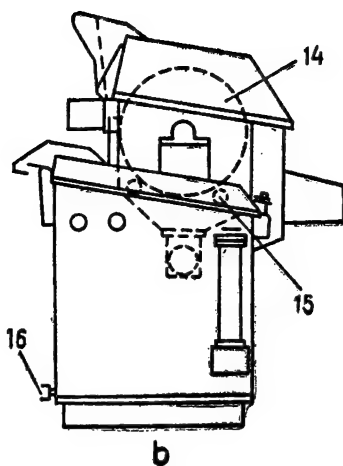
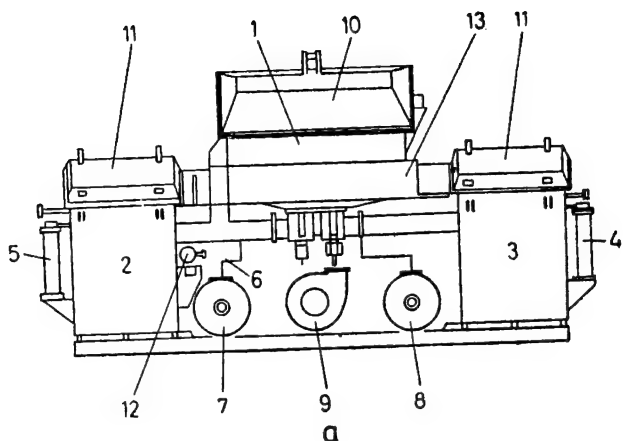


Fig. 5.8. Mașina de lustruire chimică :

a — vedere din față; b — vedere din profil; 1 — bazinul de lucru; 2 — cuva de apă; 3 — cuva de acid; 4 — nivel de acid; 5 — nivel de apă; 6 — conducta pentru apă de spălare; 7 — pompă de apă; 8 — pompa de acid; 9 — priză de aer; 10 — capacul bazinului de lucru; 11 — capac cuva de acid și apă; 12 — motor reductor tambur; 13 — masa de comandă; 14 — tamburul de polizare; 15 — rulou suport; 16 — ieșirea apei.

- bazinul de lucru ;
- cuva de apă ;
- cuva de acid ;
- stația de pompare a apei și acidului în bazinul de lucru ;
- masa de comandă ;
- tamburul rotativ.

Mașina este construită din polipropilenă, o masă plastică foarte rezistentă.

Articolele pentru lustruire se introduc în tamburul rotativ. Acesta este format din mai multe secțiuni suprapuse, pe care sînt sudate alveole în care se introduc articolele. Numărul secțiunilor și al alveolelor variază în funcție de mărimea articolului. Într-o alveolă se introduce un singur articol. Mașina este pusă în funcțiune de la masa de comandă, fie prin conducere manuală fie automată. Baia de lustruire are compoziția :

- |                    |         |
|--------------------|---------|
| — acid fluorhidric | 70% 10% |
| — acid sulfuric    | 96% 80% |
| — apă              | 10%     |

Temperatura de lucru este de 50—55°C pentru baia de lustruire și de 55—60°C pentru baia de spălare. Procesul de lucru se desfășoară astfel : se prepară baia de lustruire și baia de spălare în cuvele respective și se aduc la temperatura indicată ; se introduc articolele de lustruire în alveole, completîndu-se toate secțiunile. Se ridică tamburul rotativ (fig. 5.9) și se așază în partea superioară a bazinului de lucru.

După așezare se închide capacul bazinului de lucru și se conectează mecanismul pentru rotirea tamburului, care funcționează tot

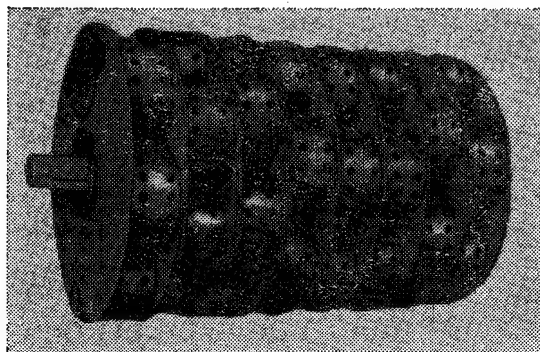


Fig. 5.9. Tamburul rotativ cu secțiuni și alveole.

timpul procesului de lustruire. Se pompează acidul de lustruire din cuva respectivă în bazinul de lucru. După consumarea timpului reglat pentru acțiunea de corodare, acidul revine în cuva respectivă

printr-un ventil de întoarcere. Se pompează apă de spălare în bazonul de lucru, din cuva de apă. După trecerea timpului stabilit pentru acțiunea de spălare, apa se evacuează. Operațiile acestea se repetă de două sau trei ori, după care se face spălarea definitivă și înlocuirea tamburului rotativ. Mașina se construiește pentru diverse capacități de lucru. Tipul S.P.S.I. (Achtal) de exemplu lustruiește circa 2 000 pahare de 100 ml în 8 ore.

*Mașina S.P.S.I.* prezintă următoarele avantaje față de lustruirea manuală :

- obținerea unei lustruiri calitativ superioare ;
- uniformizarea lustruirii pentru toate articolele ;
- eliminarea emanațiilor toxice din baia de lustruire ;
- creșterea sensibilă a productivității de lustruire ;
- reducerea importantă a consumului specific de acid fluorhidric și sulfuric ;
- chiltuiești mai mici pentru neutralizarea apelor reziduale.

## 5.8. Alte finisări ale articolelor de sticlă

În afară de principalele finisări prezentate anterior, se mai cunosc și alte forme de finisare a articolelor de sticlă, cum sînt :

- sablarea ;
- decorarea cu disc metalic ;
- depunerea de metale topite ;
- givrarea.

Aceste metode de finisare sînt, însă, mult mai puțin utilizate în practica industrială.

*Sablarea* este o metodă de decorare a articolelor de sticlă care se aplică pentru matisarea suprafeței. Ea se poate aplica pe întreaga suprafață a articolului sau numai pe anumite porțiuni ale acestuia, pentru evidențierea unor desene. În cazul acesta se întrebuintează șablonul de tablă, în care este decupat desenul care trebuie aplicat pe suprafața articolului. Nisipul, ca agent de sablare, se proiectează pe suprafața articolului, folosind aerul comprimat la presiunea de 2—4 at.

În general, matisarea obținută prin sablare este mai grosieră decît cea obținută pe cale chimică. Instalația de sablare se compune dintr-o carcasă metalică, în care nisipul este antrenat dintr-un mic buncăr de depozitare de curentul de aer comprimat și trimis pe suprafața ce se sablează. Nisipul antrenat izbește suprafața neacoperită de șablon și o matisează.

*Decorarea cu disc metalic* constă în imprimarea pe suprafața articolelor de sticlă a unui decor, cu ajutorul depunerilor de aluminiu sau cupru. Discurile metalice de aluminiu sau cupru cu grosimea de 2—5 mm și diametrul pînă la 300 mm, se montează pe un ax orizontal. Prin apăsarea suprafeței articolului de decorat pe muchia discului în rotație, se imprimă pe suprafață o urmă argintie în cazul aluminiului sau roșietică, în cazul cuprului.

*Depunerea de metale topite* constă în decorarea articolelor prin proiectarea de metal topit pe suprafața sticlei, cu ajutorul unui pistol special. Ca metal se întrebuințează aluminiul. Procedul se utilizează foarte rar.

*Givrarea* constă în obținerea la suprafața articolului a unui decor asemănător florilor de gheață și se realizează în modul următor. Articolele se acoperă pe suprafață cu un strat de clei, după care se introduc într-o încăpere încălzită. Prin uscare cleiul se contractă și se exfoliază, rupînd particule de sticlă, foarte subțiri și neregulate, de la suprafața produsului. Procedul se utilizează la decorarea unor globuri de iluminat și în industria geamurilor.

## 5.9. Defecte de finisare. Cauzele și prevenirea lor

**Defecte de decalotare.** La decalotarea articolelor pot să apară următoarele defecte :

a) Decalotarea cu ondulații în care muchia obținută nu este dreaptă, ci prezintă ondulații mai mult sau mai puțin pronunțate.

Cauze : — flacăra arzătoarelor nu este ascuțită și încălzește articolul pe o lățime prea mare :

— suporturile mașinii de decalotat nu se rotesc perpendicular pe axul arzătoarelor ;

— peretele produsului nu are grosimea uniformă ;

— peretele produsului prezintă tensiuni de recoacere.

Remedieri : — se va urmări eliminarea tensiunilor de recoacere și repartizarea uniformă a topiturii de sticlă în peretele produsului ;

— se vor controla arzătoarele luîndu-se măsuri de a se asigura, printr-o combustie închisă, o flăcără foarte ascuțită, care să încălzească produsele pe o circumferință de lățime foarte mică :

— se vor controla suporturile mașinii luînd măsuri de a se asigura o rotire lină perpendiculară pe axul arzătorului.

b) Decalotarea cu colțuri, în care produsul prezintă bavuri ascuțite pe muchia de decalotare.

Cauze : — duzele arzătorului nu sînt aranjate la aceeași distanță și înălțime, determinînd încălzirea produsului pe mai multe circum-

ferințe, cea ce are drept efect crăparea neregulată a suprafeții la atingerea de vârful rece ;

— montare la înălțime diferită a vârfului de atingere față de înălțimea duzelor arzătorului.

Remedieri : — se vor confecționa arzătoare cu duzele în același plan orizontal egale și echidistanțate ;

— se va monta vârful de atingere la aceeași înălțime cu duzele arzătorului.

c) Decalotarea oblică în care planul de decalotare nu este perpendicular pe axul articolului.

Cauze : — articolul a fost suflat înclinat, neavînd baza de susținere perpendiculară pe ax.

Remedieri : — se va monta corect forma și se va fasona cu îngrijire articolul, pentru a se asigura ca baza de susținere să fie perpendiculară pe ax.

**Defecte de șlefuire.** a) Șlefuirea incompletă care apare atunci cînd în suprafața ce trebuie șlefuită, apar porțiuni neșlefuite.

Cauze : suprafața discului de șlefuit sau a mesei de la banda abrazivă nu este plană.

Remedieri : — se va rectifica suprafața discului de șlefuit ;  
— se va schimba cauciucul de pe masa benzii abrazive.

b) Șlefuirea neuniformă a muchiei interioare sau exterioare, care constă în șlefuirea pe porțiuni mai late sau mai înguste.

Cauze : modificarea unghiului de înclinare a produsului în timpul șlefuirii.

Remedieri : — la rotirea produsului se va da înclinarea de 45°.

c) Știrbituri pe suprafața șlefuită.

Cauze : — granulația prea grosieră a abrazivului ;

— vibrația prea mare a discului sau a benzii de șlefuit.

Remedieri : — se va verifica granulația materialului abraziv și se va lua eventual unul cu o granulație mai fină și bine dozată ;

— se va repara discul sau banda de șlefuit pentru eliminarea vibrațiilor.

d) Șlefuirea oblică a produselor.

Cauze : — nerotirea produsului în timpul șlefuirii ;

— decalotarea oblică a produsului.

Remedieri : — rotirea produsului în tot timpul șlefuirii ;

— ținerea produsului decalotat oblic, în poziție înclinată, cu partea mai înaltă pe banda sau discul de șlefuit și controlul vizual din timp în timp pînă la șlefuirea dreaptă.

**Defecte de lustruire termică.** a) Aspecte de mat pe suprafața arsă.

Cauze : arderea insuficientă a suprafeței șlefuite.

Remedieri : se va ține produsul un timp mai lung în zona de ardere și se va mări temperatura.

b) Deformarea unor porțiuni din suprafața supusă arderii.

Cauze : temperatura de ardere prea mare sau durata arderii prea lungă.

Remedieri : — se vor regla cei doi parametri de ardere, pentru evitarea topirii pronunțate a suprafeței arse.

**Defecte de sculptură.** a) Executarea neuniformă a modelului de decor.

Cauze : lipsa de atenție a sculptorului.

Remedieri : — însemnarea produsului pe circumferință și pe verticală pentru corecta încadrare a modelului ;

— mai multă atenție din partea sculptorului la executarea modelului.

b) Executarea incompletă a modelului.

Cauze : neatenție din partea sculptorului.

Remedieri : mai multă atenție din partea sculptorului pentru respectarea modelului.

c) Arsuri de sculptare.

Cauze : — turația prea mare a discului ;

— apăsarea prea tare a obiectului ;

— lipsa de apă la sculptare.

Remedieri : se vor regla cei trei factori în vederea prevenirii arsurilor.

**Defecte de pictură.** a) Aplicarea neuniformă a colorantului.

Cauze : — neatenția pictorului.

Remedieri : — se va omogeniza bine colorantul ;

— se va depune o mai mare atenție, pentru asigurarea unei repartizări uniforme a colorantului.

b) Desprinderea colorantului de pe produs.

Cauze : — cantitatea de lac din vopsea prea mică ;

— temperatura sau durata de ardere insuficiente.

Remedieri : — se va mări cantitatea de lac din vopsea ;

— se vor regla cei doi factori de ardere.

c) Apariția culorii negre la decorurile cu aur.

Cauze : — atmosferă reducătoare în cuptorul de ars decor ;

— pătrunderea gazelor cu conținut de sulf în spațiul de ardere a produselor decorate.

Remedieri : — prin reglarea arderii se va asigura o atmosferă neutră ;

— se va etanșa bine mufa, pentru a nu pătrunde gaze de combustie în spațiul de ardere a produselor decorate.

d) Lipsă de luciu a decorurilor.



Cauze : — tirajul insuficient în spațiul de ardere a produselor.

Remedieri : — se va mări tirajul cuptorului, pentru a se asigura eliminarea gazelor degajate.

e) Apariția petelor de nuanță negru-gri la culori deschise.

Cauze : existența unei atmosfere reducătoare în spațiul de ardere a produselor decorate.

Remedieri : — se va etanșa bine mufa cuptorului de ars ;

— se va mări tirajul pentru eliminarea gazelor degajate.

f) Înțepături de ac la decorurile de lustre.

Cauze : — praful depus pe vopsea sau pe decor înainte de uscare ;

— încălzirea prea repede a decorului.

Remedieri : — se va asigura o atmosferă fără praf în spațiul de lucru cu lustre ;

— se va mări timpul de încălzire pînă la temperatura de ardere.

## Fasonarea și prelucrarea sticlei tehnice și speciale

### 6.1. Fabricarea tuburilor de sticlă

Tuburile de sticlă denumite și țevi sînt semifabricate, întrebuințate pentru producerea de articole electrotehnice (becuri, tuburi luminescente și electronice), pentru fabricarea fiolelor și producerea aparaturii de laborator, cum și pentru înlocuirea pe scară din ce în ce mai mare a conductelor metalice din industriile chimice și alimentare. Diametrul tuburilor variază după utilizarea ce li se dă, iar profilul lor poate fi rotund, oval sau prismatic. Compoziția chimică a tuburilor trebuie să satisfacă exigențele impuse de domeniul de utilizare. Procedeele de fabricație sînt manuale și automate. Fasonarea manuală a tuburilor se execută de către o echipă de sticlari și constă din următoarele faze : pregătirea bășicii ; culegerea prizei ; pregătirea și presuflarea prizei ; tragerea bulbului pentru formarea tubului. Fasonarea manuală a tuburilor prezintă următoarele dezavantaje : calificare superioară și experiență îndelungată a trăgătorilor, productivitate mică și pierderi tehnologice foarte mari. Datorită acestora, procedeul manual de fasonare a tuburilor este în prezent aproape în întregime înlocuit prin procedeele mecanice de tragere verticală și orizontală, singurele în măsură să satisfacă cerințele foarte severe de diametru și grosime a pereților, impuse de dezvoltarea tehnicii actuale.

#### 6.1.1. Instalații de tragere verticală a tuburilor

Fasonarea tubului prin tragerea verticală se bazează pe acțiunea presiunii hidrostatice, create în stratul superior al topiturii de sticlă, prin insuflarea aerului comprimat dintr-o duză cufundată în sticlă, cum și pe creșterea rapidă a viscozității sticlei produsă de o

răcire intensă. Prin crearea acestor două acțiuni se anulează forța tensiunii superficiale, care se formează în locul desprinderii tubului și care se opune acțiunii de tragere.

Pe acest principiu lucrează în prezent mai multe mașini, din care cele mai cunoscute sînt : Wood, Koroliiov și Corning.

*Mașina Wood* (fig. 6.1) se întrebuințează la tragerea tuburilor cu diametru de la 7 la 30 mm sau a baghetelor cu diametru de 5—10 mm. Ea se compune din următoarele părți : chiuvetă, dispozitivul de tragere, dispozitivul de ghidare, dispozitivul de frînare.

Punerea în funcțiune a mașinii este precedată de următoarele operații :

— introducerea în pasta din chiuvetă a pieptenului metalic (o țeavă metalică zimțată la partea inferioară) ;

— ridicarea pieptenului după ce s-a prins sticla de zimți, pînă cînd țeava de sticlă antrenată este prinsă între valțurile de tragere.

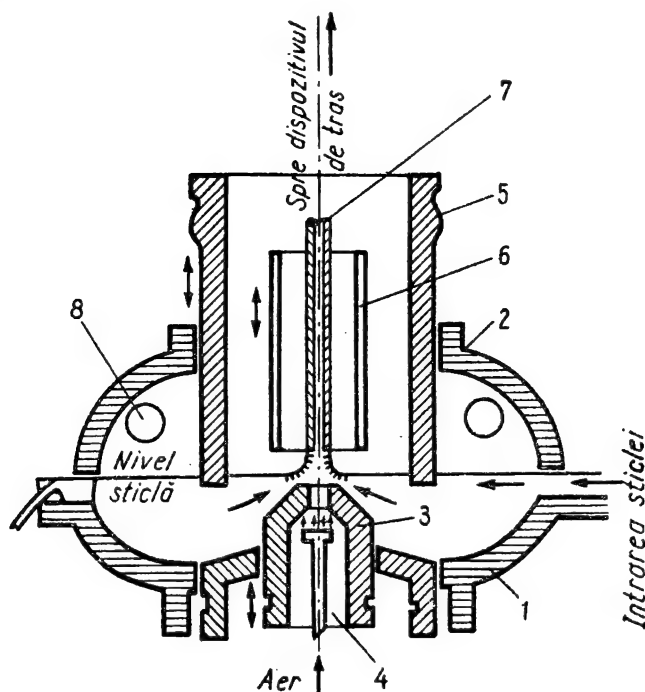


Fig. 6.1. Schema procedurii Wood :

1 — chiuvetă ; 2 — capac chiuvetă ; 3 — duză ; 4 — dispozitiv de suflare ; 5 — manșon ; 6 — rădăitor ; 7 — țeavă trasă ; 8 — gură de arzător.

Cu aceasta s-a pornit tragerea țevii. Imediat se desprinde țeava metalică, se mărește viteza de tragere și se coboară răcitorul metalic din interiorul manșonului, pînă la înălțimea care să asigure rigidizarea țevii trase. Se stabilizează regimul termic în chiuvetă și se reglează în funcție de diametrul și grosimea țevii debitul de aer în duză, cantitatea de apă în răcitor și viteza de tragere.

Tubul ajuns la partea superioară a mașinii este tăiat manual la lungimile necesare și sortat pe diametre. Viteza de tragere a mașinii variază de la 10 la 55 m/min, ceea ce corespunde la o producție de 2 000—2 500 kg/24 h. Toleranțele la diametre pentru țevi de 14—25 mm sînt de  $\pm 1$  mm pe metru liniar.

*Mașina Coroliov* se aseamănă cu mașina Wood. Prin aceasta se poate trage țeavă cu diametrul de la 2 la 30 mm și cu o viteză de 2—20 m/min. Tipul perfecționat al mașinii trage simultan două țevi, avînd o productivitate cu circa 80 % mai mare.

*Mașina Corning* diferă de primele două. La această mașină sticla curge printr-un jgheab, care formează un rezervor de alimentare și acoperă gura duzei. Un cilindru rotativ servește la omogenizarea termică a pastei și separă spațiul de încălzire de spațiul de tragere. În cilindrul rotativ se află un răcitor, prin care circulă apa pentru răcirea tubului în formare. Aerul de suflare trece de jos în sus printr-o duză, în țeava care se formează. Tăierea țevii se face mecanic.

Mașina poate produce țeavă de la 3 la 180 mm diametru, cu grosimea în perete de la 0,5 la 12 mm. Producția variază în funcție de diametrul și grosimea țevii de la 0,7 la 6,8 t/24 h.

### 6.1.2. Instalații de tragere orizontală a tuburilor

Mașina Danner al cărui procedeu de lucru este reprezentat schematic în fig. 6.2 se compune din : suportul de ansamblu, mufa, culeele, manșonul și sistemul de acționare.

Linia automată de tras țeavă cuprinde în afară de mașina Danner și următoarele anexe : ansamblul de control al diametrului, mașina de tras-tăiat, mașina de tăiat-flamat, mașina de sortat.

**Metoda de tragere.** Topitura obținută în cuptor curge pe manșonul cilindric cu înclinare reglabilă, care se găsește în interiorul mufei. În timp ce manșonul se învîrtește, se suflă aer prin interiorul său. Sticla cursă pe manșon, prin rotirea acestuia și suflarea aerului, formează un început de țeavă care este prima dată trasă manual de către operator, pe traseul de rulare pînă la mașina de tras, care mai departe continuă procesul normal de tragere. De la mașina de

tras, țeava ajunge la mașina de tăiat, ce o taie la dimensiunea reglată, apoi la mașina de flamat la capete, care o predă la instalația de sontat. Aceasta clasifică țevile în șase categorii, din care patru utile, una sub și alta supra. Categoriile utile pot fi distanțate la 0,25 mm una de alta sau la 0,5 mm.

Mașina Danner poate trage țeavă cu diametru de la 8 la 70 mm. Viteza de tragere variază în funcție de dimensiunea țevii, de la 30 la 150 m/min, realizând o producție de 3 000...3 500 kg/24 ore. Toleranța țevii este  $\pm 0,25$  până la diametru de 20 mm și de  $\pm 0,5$  mm peste acest diametru.

*Procedeul Philips* folosește topitura de sticlă din bazinul de topire, care trece pe sub registrul de material refractar și se scurge în interiorul unui cilindru rotativ din oțel special. Datorită forței centrifuge, sticla din tub se repartizează în mod uniform pe peretele interior al cilindrului până la capătul lui. De aici curge mai departe sub formă de țeavă, fiind trasă pe rulouri de mașina de tras, ca și la procedeul Danner.

*Procedeul Vello* comportă o cuvetă, care are la partea inferioară un orificiu în centrul căruia este plasat un clopot deversor conic. Acest clopot este susținut de o tijă cilindrică, prin interiorul căreia se suflă aerul.

Clopotul prin reglarea lui pe verticală permite modificarea debitului de topitură, după diametrul și grosimea țevii trase, care se formează prin propria sa greutate. Productivitatea mașinii Vello este mai mare decât a celorlalte, iar reglarea toleranței dimensionale a țevii trase se poate face în limite foarte strânse.

## 6.2. Fabricarea fiolelor

Fiolele sînt recipiente de sticlă incoloră sau brună de capacitate mică (1—100 ml), utilizați, în special, în industria farmaceutică. Sticla din care se confecționează fiolele farmaceutice trebuie să fie o sticlă transparentă, cu o mare rezistență chimică și o bună rezistență la schimbările termice, caracteristici care să asigure buna conservare a soluțiilor medicamentoase timp îndelungat. Această sta-

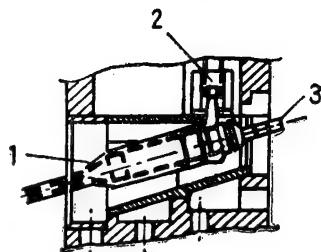


Fig. 6.2. Schema procedeu-ului Danner :

1 — cilindru rotativ de șamotă ; 2 — sticlă care curge din cuptor pe cilindru ; 3 — tubul de suflare a aerului comprimat.

bilitate chimică definită prin noțiunea de sticlă neutră, este precizată de normele diferitelor țări, iar în țara noastră de Farmacopeea Română, prin probe severe de rezistență, ce constituie o garanție a caracterului neutru a fiolelor.

Conform stasului 80/1974, la noi în țară se utilizează trei tipuri de fiole. Producerea lor se poate realiza prin procedeu manual sau mecanizat.

Procedeu manual constă din următoarele faze : tragere, gîtuire și funduire, prelucrări executate la flacăra.

Fiolele astfel obținute sînt de un nivel calitativ necorespunzător cerințelor actuale pentru următoarele considerente : nu sînt uniforme, gîturile au diametre diferite și nu sînt coaxiale cu corpul fiolei, capacitatea lor variază în limite prea mari etc. La aceasta se mai adaugă și productivitatea mică. Pentru aceste motive fabricația manuală a fiolelor este în prezent aproape părăsită. La fabricarea automată unitatea de producție este linia tehnologică de produs fiole care se compune din următoarele utilaje : mașina de fabricat fiole ; aparatul de alimentare a mașinii cu țeavă de sticlă ; instalația de tăiat fiole ; cuptorul de recoacere.

Mașinile de fabricat fiole sînt de diverse tipuri constructive, al căror număr de posturi a crescut de la 8 la 16, iar ultimele modele produse au ajuns la 24 (fig. 6.3) și 36 posturi. Ele sînt rotative, cu funcționare continuă, fiecare post executînd toate fazele de prelucrare.

Funcționarea mașinii se desfășoară în modul următor : țeava lungă de 1,5—1,6 m este introdusă de alimentator în capul liber, unde mandrina postului o primește, fixînd-o cu un capăt pe suportul care limitează lungimea necesară pentru producerea fiolei. Postul de lucru se rotește atît în jurul axei sale cît și în jurul axului central al mașinii pentru ca țeava să fie uniform încălzită pe toată circumferința. Postul de lucru prin învîrtirea mesei rotative a mașinii aduce țeava în dreptul arzătoarelor, care execută operațiile de tragere, gîtuire și funduire. Fiola terminată este eliberată și trece la instalația care execută tăierea.

După tăiere fiolele sînt trecute la cuptorul de recoacere pentru detensionare, care este sincronizat cu mașina de fabricat. După recoacere fiolele sînt sortate și ambalate. Pentru obținerea unui nivel calitativ corespunzător al fiolelor este necesar ca mașinile de fabricație să lucreze cu țeavă de diametru constant și grosime uniformă a pereților. În caz contrar, randamentul de fabricație a fiolelor de calitate va fi mic.

Mașina poate produce fiole de la 1 cm<sup>3</sup> la 70 cm<sup>3</sup> și cu anumite completări pînă la 100 cm<sup>3</sup>.

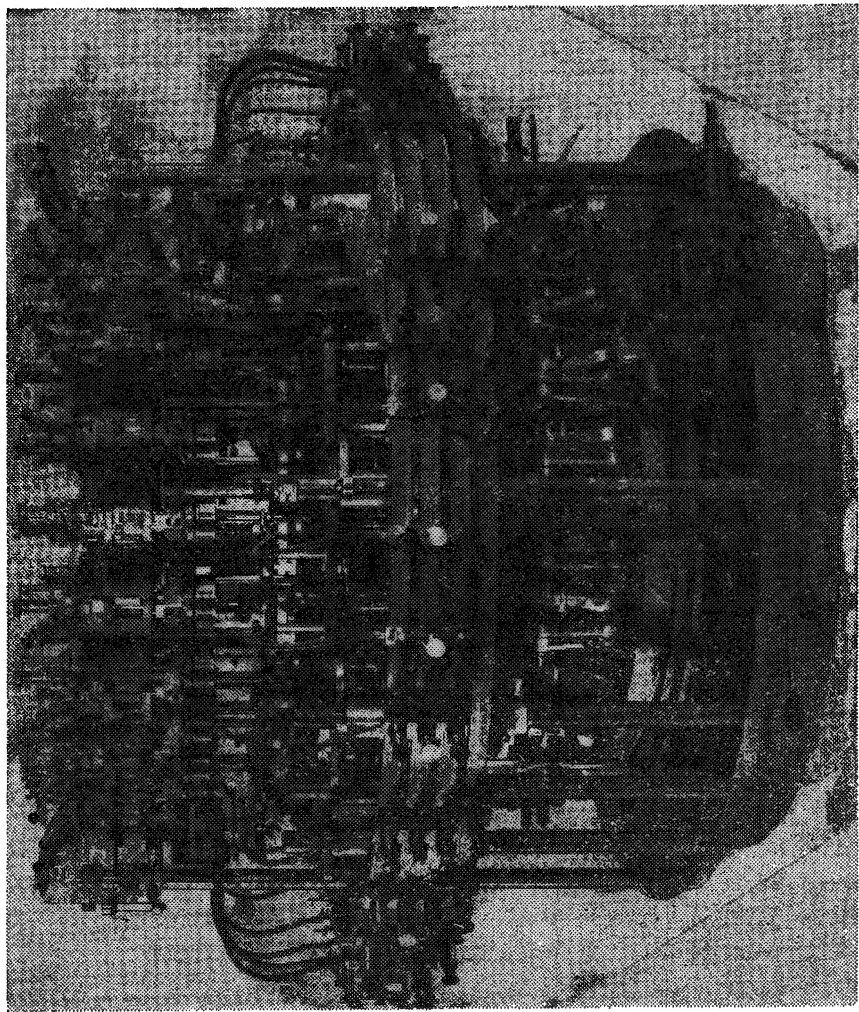


Fig. 6.3. Maşina de fabricat fiole cu 24 posturi.

Capacitatea de producție a acestor mașini este prezentată în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1

Capacitatea de producție a mașinilor de fabricat fiole

Denumirea	Unitatea de măsură	Tipul mașinii	
		cu 16 posturi	cu 24 de posturi
Fiole de 1 cm <sup>3</sup>	buc/h	3 000	6 000
Fiole de 2 cm <sup>3</sup>	buc/h	3 000	5 500
Fiole de 5 cm <sup>3</sup>	buc/h	2 700	5 000
Fiole de 10 cm <sup>3</sup>	buc/h	2 100	4 000

### 6.3. Fabricarea termosurilor

Termosurile sînt vase de sticlă cu pereți dubli, care se utilizează în scopuri casnice, tehnice sau științifice, la menținerea substanțelor introduse în ele un timp cît mai îndelungat, la temperatura de introducere.

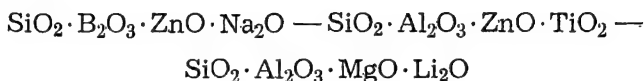
Pentru împiedicarea transmiterii căldurii prin radiație, suprafețele interioare ale pereților dubli se argintează, iar în spațiul dintre acești pereți se face un vid cît mai înaintat (circa  $10^{-3}$  mm Hg). Procesul tehnologic de fabricare cuprinde următoarele faze : suflarea vaselor, decalotarea lor, sudarea la cele două capete, perforarea vasului exterior și lipirea ștuțului, argintarea, vidarea, controlul vidului și al capacității de izolare pe 24 h. Suflarea vasului interior și exterior se poate face prin suflare manuală sau la o mașină automată cum ar fi mașina Olivotto. După recoacere, urmează decalotarea vasului interior la gură și a celui exterior la ambele capete. Sudarea vaselor la ambele capete se face pe mașini semiautomate alimentate manual. Perforarea și lipirea ștuțului se face la flacăra cu diverse dispozitive. Argintarea se face pe o mașină semiautomată alimentată manual. Vidarea se face într-o instalație mecanizată alimentată manual, iar la terminarea operației se face închiderea ștuțului la flacăra.



## 6.4. Fabricarea produselor vitroceram

Vitroceramul denumit și „Piroceram“ constituie o grupă de produse cu caracteristici tehnice superioare, obținute printr-o cristalizare selectivă și omogenă denumită „cristalizare dirijată“. Tehnologia de fabricație a vitroceramului cuprinde următoarele stadii : topirea, fasonarea, nucleația și cristalizarea.

Cele mai frecvente compoziții vitroceram se încadrează în următoarele sisteme :



Topirea amestecului preparat împreună cu catalizatorul se face în mod obișnuit, obținându-se o sticlă bine omogenizată, din care prin fasonare se obțin articolele dorite. Acestea sînt supuse apoi tratamentului termic de obținere a vitroceramului. Pentru aceasta articolele se încălzesc treptat pînă la atingerea temperaturii de nucleație (650—850°C). Viteza de încălzire variază de la 3 la 8°C/min, în funcție de grosimea produselor. După atingerea temperaturii de nucleație, articolele sînt menținute la această temperatură timpul necesar (1—4 ore) obținerii nucleației de densitate dorită. Cristalizarea se obține în etapa următoare prin menținerea articolelor la temperatura de 700—900°C, în vederea formării fazei cristaline predominante. După aceasta urmează răcirea produselor care se face lent pentru a preveni apariția tensiunilor interne. Compoziția chimică și tratamentul termic determină caracteristicile produsului finit.

Datorită proprietăților remarcabile produsele vitroceram și-au găsit numeroase utilizări ca : vase de menaj rezistente la foc, izolatori de înaltă tensiune, plăci de construcții pentru medii corosive, diverse piese pentru tehnica spațială etc.

## 6.5. Fabricarea microbilelor

Microbilele de sticlă sînt sfere (perle) cu diametrul cuprins între 0,02 și 1,5 mm, care posedă o rezistență remarcabilă la solicitări mecanice și au proprietăți optice deosebite. Datorită acestor proprietăți microbilele se utilizează ca material filtrant, ca pulbere în diverse cercetări, la cracarea țițeiului, la polizarea suprafețelor metalice, la fabricarea ecranelor de proiecție a filmelor și la confecționarea de panouri indicatoare pentru circulația rutieră. De asemenea, microbilele se utilizează în amestec cu vopsea albă la marcajul benzilor

de circulație pe autostrăzi, făcându-le mai vizibile noaptea. Procede-  
deele de obținere se împart în două grupe și anume : procedee care  
folosesc sticla fritată fin măcinată ; procedee care utilizează direct  
sticla topită.

Primul procedeu, care este mai folosit, constă din : topirea sti-  
clei, fritarea topitului, măcinarea fritei, rotunjirea particulelor  
măcinate, sortarea particulelor rotunjite.

Obținerea microbilelor din frita măcinată și cernută, se reali-  
zează în instalația prezentată în fig. 6.4.

Sortarea se execută cu un aparat numit rondometru. El este  
format dintr-un panou de sticlă montat pe un vibrator electric, având  
posibilitatea de reglare a unghiului de înclinare. Microbilele curg  
într-o șuviță continuă pe panoul vibrator. Cele rotunde alunecă pe  
panou și cad la baza lui, iar celelalte alunecă în pantă și cad la mar-  
ginile panoului.

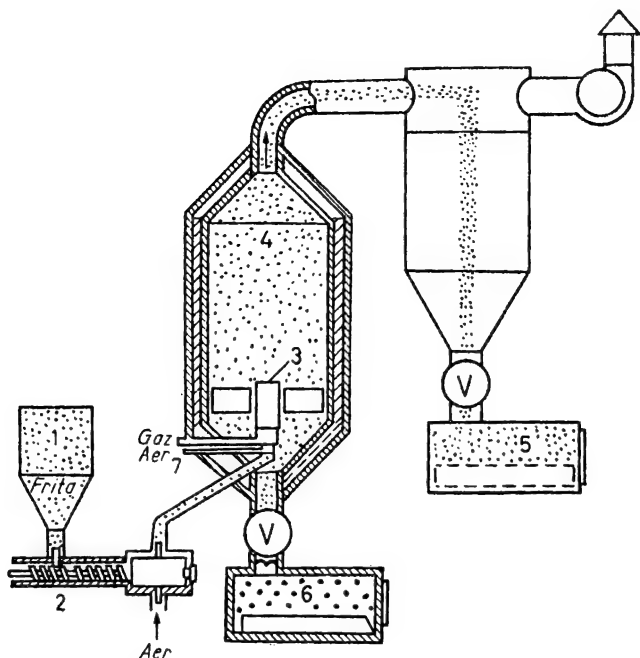


Fig. 6.4. Schema instalației de fabricat microbile :  
1 — rezervor pentru frită ; 2 — transportor elicoidal ; 3 — cup-  
torul de încălzire ; 4 — ciclonul gazelor arse ; 5 — vasul de  
colectare cu filtru-saci ; 6 — vas de colectare suplimentar ;  
7 — arzătorul cuptorului.

Pienderile de fabricație sînt invers proporționale cu diametrul bilelor, ajungînd la 70 % pentru cele de  $\phi$  0,08—0,8 mm.

## 6.6. Sticla-lubrifiant pentru temperaturi ridicate

Procedeele moderne de fasonare a metalelor dure în special prin presarea la cald, duc la uzuri foarte mari a matritelor și poansonelor, datorită temperaturii și presiunii mari la care lucrează, dar mai ales a frecării prea mari metal pe metal.

Pentru reducerea uzurii și ameliorarea suprafețelor pieselor obținute, se utilizează lubrifierea acestor suprafețe cu sticlă, care permite scăderea coeficientului de frecare de la 0,12 (metal pe metal) la 0,03 cum și fasonarea la toleranțe minime. Pentru a da rezultate bune, la temperatura de prelucrare a metalului sticla trebuie să îndeplinească următoarele condiții : vîscozitatea sub 100P, să umecteze bine metalul, temperatura de topire aproape de temperatura de fasonare a metalului. În general temperatura lor de topire este de 1 000—1 300°C. După pregătirea amestecului sticla se topește bine și se fritează prin turnare în apă. Se macină apoi la finețea cerută de procedeul de prelucrare a metalului. Pentru asigurarea unei lubrifieri uniforme a lingoului de metal, se utilizează discuri de sticlă perforate. Acestea se obțin prin presarea pulberii fine de sticlă amestecată cu soluție de sticlă solubilă.

## 6.7. Fabricarea sticlei de nivel

Prin denumirea de sticlă de nivel se înțelege sticla prin care se urmărește nivelul lichidelor în fierbere. Pentru presiuni pînă la 20 at se întrebuintează tuburi de grosimi diferite. Pentru presiuni mai mari se utilizează piese dreptunghiulare, prevăzute pe o față cu mici canale prismatice, datorită cărora se poate observa mai bine nivelul apei. Pentru a rezista la acțiunea și presiunea apei și aburului la temperatura ridicată, este necesar ca sticla să aibă o foarte bună rezistență chimică, termică și mecanică. Topirea amestecului de materii prime are loc într-un cuptor vană la temperatura de 1 560—1 580°C. Fasonarea produselor se face prin presare în poziție verticală, sau mai indicat în poziție orizontală. Produsele presate se detensionează prin tratare la 580—630°C. După recoacere se detașează capetele semifabricatelor și articolele suportă șlefuire brută și fină. După șlefuire urmează tratamentul termic. Acesta se face

intr-un cuptor tunel de circa 3 m lungime și constă în încălzirea produselor la 640—660°C și răcirea bruscă la ieșirea din cuptor. Răcirea se poate face în ulei, sau în curent de aer cu o instalație adecvată în acest scop, care trebuie să asigure o răcire dirijată și uniformă pe toată suprafața produsului.

## 6.8. Fabricarea articolelor de laborator

Articolele de laborator se produc într-o gamă variată, atît din punctul de vedere al compoziției chimice, cît și al formatelor sau modului de prelucrare.

Datorită rezistențelor ridicate pe care trebuie să le aibă aceste articole, atît la atacul chimic cît și la șocul termic, obținerea topiturii pentru fasonarea lor are loc în cuptoare din materiale super-refractare la temperaturi de 1 480—1 600°C. Fasonarea se face prin suflare, presare sau tragere. Semifabricatele astfel obținute suferă prelucrări la flacără sau prelucrări mecanice. Pentru prelucrarea la flacără articolul este ținut și învîrtit pe o mașină sau un dispozitiv, iar miinile muncitorului conduc flacăra și sculele cu care fasonază anumite părți ale articolului. Pentru sudarea diverselor articole de sticlă se utilizează strunguri cu dispozitive de prindere, astfel construite încît locul de sudură să fie la centru în bătaia flăcării, putînd executa operația orizontal, vertical sau oblic.

Recoacerea la lampă nu se mai utilizează, fiind înlocuită prin cea în cuptoare de detensionare cu program.

Fasonarea articolelor de serie mare, ca pahare, se face cu mașini automate (ex. Olivotto), iar finisarea lor se face după prima recoacere.

Pentru prelucrarea mecanică a semifabricatelor se utilizează mașini și dispozitive speciale, adaptate diverselor prelucrări. Astfel decalotarea produselor se execută în funcție de complexitatea lor cu mașini semimecanizate orizontale de tipul strungului sau verticale, care au posibilitatea de a fi reglate în multe direcții. Mașinile sînt prevăzute cu dispozitive care au virfuri din carburi metalice pentru sgîriere circulară pe circumferința articolului, arzătoare circulare de diametru reglabil alimentate cu gaz și oxigen, și cu dispozitive pentru deschiderea și bordurarea gurii. Unele mașini mai au în dotare un dispozitiv cu două arzătoare cu gaz și oxigen pentru executarea ciocului produselor.

Șlefuirea articolelor se face pe șaibe de fontă cu diametru mare (1,5—1,8 m) iar șlefuirea interioară a muchiilor cu dispozitive cu plate cu șaiba și prevăzute cu conusuri de fontă.

Șlefuirea dopurilor interșanjabile se face la mașini cu două polizoare pentru menținerea conicității, iar a gîtului sticlei pe conusuri

metalice cu dimensiuni normalizate. Șlefuirea corpului de robinet produs la flacăra se face tot pe conusuri metalice.

Rodarea dopului pe corpul de robinet șlefuit se face în trei faze — grosieră, finisare, polizare — după fixarea dopului în mandrina zeigului.

Perforarea dopurilor se face la mașina de perforat cu perforatoare triunghiulare din oțel widia și ungere cu petrol, după ce dopurile au fost șlefuite. Marcarea și inscripționarea articolelor se face cu mașini de sitografiat sau prin sablare la mașini de sablat cu vid, cum și prin decalcomanii. Cotarea baloanelor se face la mașină verticală cu lunetă, prin disc din carbură metalică.

Gradarea și etalonarea articolelor se face prin măsurarea cu mercur sau cu apă a capacităților principale și subdivizarea intervalului prin zgîriere semimecanizată și atacare cu acid fluorhidric, după acoperirea suprafeței cu ceară topită.

Instrumentele de măsură bazate pe dilatarea mercurului (termometre, termodensimetre etc.), se confecționează din țevă de sticlă prin prelucrarea la flacăra, la care se mai adaugă operațiile de purificare chimică și fizică a mercurului cum și introducerea lui în rezervorul instrumentului respectiv. Termometrele se lucrează dintr-o sticlă de compoziție specială, la care fenomenul de depresiune a punctului zero este redus foarte mult, iar deplasarea seculară a punctului zero se elimină prin tratamentul termic de „îmbătrânire” artificială a sticlei.

Filtrele de sticlă care se utilizează în laboratoare și diverse instalații pentru filtrarea soluțiilor, se fabrică din cioburi de sticlă de laborator prin operațiile următoare : pregătirea materialelor, confecționarea plăcii poroase, sudarea plăcii poroase în pîlnia de sticlă, detensionarea filtrului obținut.

Pentru prima operație, cioburi de sticlă cu aceleași caracteristici ca pîlnia la care urmează să se sudeze placa poroasă, se macină într-o moară cu bile și apoi se face sitarea pe granulație. Confecționarea plăcii poroase necesită practicarea într-o placă de grafit a unui locaș de aceleași dimensiuni cu a viitoarei plăci. Acest locaș se completează cu granulele de sticlă sitate la aceeași dimensiune, apoi placa se introduce într-un cuptor încălzit la temperatura de înmuiere a granulelor, unde se sinterizează. Se scoate placa din cuptor, se răcește, apoi se scoate filtrul format din locașul lui și se corectează dimensional prin șlefuire. Pentru sudare se introduce filtrul obținut în pîlnia încălzită la locul de fixare și cu un clește circular se strânge pîlnia în jurul filtrului. Imediat după sudare filtrul se supune detensionării, pentru eliminarea tensiunilor formate.

## 6.9. Fabricarea sticlei pentru dozimetria radiațiilor

În unele laboratoare și industrii este necesară măsurarea și înregistrarea dozei de radiații, la care au fost expuse unele materiale, agregate sau vieți.

În ultimii ani utilizarea sticlei pentru aceste determinări s-a impus față de alte procedee, datorită proprietății pe care o au unele sticle de a se colora cînd sînt excitate cu radiații ultraviolete (de  $\lambda = 365 \text{ m}\mu$ ), după ce au fost expuse la radiații ionizante. Intensitatea colorării este direct proporțională cu doza de radiații primită.

Dintre compozițiile de sticle experimentate, s-a constatat că cele mai sensibile sînt sticlele fosfatice cu ioni de argint. Aceștia prin expunerea sticlei la radiațiile ionizante o colorează într-o nuanță roșie portocalie.

Amestecul pentru topire se face prin omogenizarea foarte bună a metafosfaților respectivi și acid boric, iar topirea în cuptor cu creuzete avînd mediu slab oxidant sau neutru. Topitura trebuie să fie foarte bine omogenizată și afinată. Din ea se trag baghete cu diametrul de 1—4 mm, apoi se taie la lungimea de 6—7 mm. Bucățile tăiate trebuie să aibă un diametru cilindric foarte uniform.

## 6.10. Fabricarea sticlei de cuarț și a sticlei vycor

Sticla de cuarț datorită stabilității ei chimice și în special rezistenței termice foarte mari, are utilizări în diverse ramuri industriale. Din punctul de vedere al aspectului se prezintă în două forme: sticla netransparentă datorită bulelor de gaze incluse și sticla transparentă.

Sticla netransparentă se obține prin topirea la circa  $1850^\circ\text{C}$  a nisipului cuarțos, cu un conținut minim de 99,5%  $\text{SiO}_2$ , în cuptoare electrice cu rezistență de grafit.

Sticla transparentă se obține prin topirea la peste  $1900^\circ\text{C}$  a unui nisip cuarțos mai pur (99,7—99,9%  $\text{SiO}_2$ ), într-un cuptor electric cu carcasă metalică, încălzit prin curent de mare intensitate.

Pentru industria optică se obține o sticlă de cuarț cu transparență foarte bună, prin topirea pulberii fine de cuarț (99,7—99,9%  $\text{SiO}_2$ ) cu flacără oxiacetilenică, într-o instalație specială.

O sticlă cu proprietăți foarte apropiate de a sticlei de cuarț (coeficientul de dilatație termică  $7,5\text{—}9,10 \cdot 10^{-7}$  față de  $5,8 \cdot 10^{-7}$  a sticlei de cuarț), dar care se obține în condiții de topire și prelucrare mult mai accesibile, este sticla vycor.

Fabricarea sticlei vycor se bazează pe proprietatea sticlelor de borosilicat, de a se separa cînd sînt supuse unui tratament termic special, în două faze sticloase. Aceste faze diferă mult din punctul de vedere al compoziției chimice și al proprietăților. Una conține 95—97 %  $\text{SiO}_2$  și este foarte rezistentă chimic și termic, iar cealaltă conține numai 10 %  $\text{SiO}_2$  și se dizolvă relativ ușor în acizi. Procedeul de fabricare constă din următoarele faze :

- topirea unei sticle de compoziție 60—80 %  $\text{SiO}_2$ , 20—30%  $\text{B}_2\text{O}_3$  și 4—10 %  $\text{Na}_2\text{O}$  ;
- fasonarea produselor prin procedeele obișnuite ;
- tratarea termică a produselor circa 72 ore la temperatura de 550—650°C, pentru separarea celor două faze ;
- tratarea produselor cu o soluție concentrată de NaOH pentru îndepărtarea peliculei superficiale ;
- tratarea cu HCl la 60—70°C un timp mai lung sau mai scurt în funcție de grosimea produselor pentru dizolvarea fazei solubile în acid ;
- după îndepărtarea acestei faze, produsele se încălzesc la 850—950°C pentru închiderea porilor. În urma acestui tratament termic produsele suferă o contracție mică și își recapătă transparența.

### 6.11. Fabricarea sticlei optice

În general prin sticlă optică se înțelege o sticlă perfect omogenă și transparentă cu indici de refracție și dispersie constanți și bine definiți.

Prin omogenitate se înțelege atât omogenitatea chimică cum și omogenitatea fizică, care se caracterizează prin lipsa tensiunilor interne, a căror prezență dă naștere la dubla refracție. Alte calități care se cer acestei sticle sînt : transparența foarte ridicată peste 98 % ; lipsa incluziunilor gazoase ; stabilitatea chimică bună, și în anumite cazuri : coeficient de dilatație mic, pierderi dielectrice mici etc. Compoziția chimică a sticlei optice este foarte variată, datorită necesităților diverse ale aparatelor optice din domeniile științei și tehnicii. Sticlele optice se clasifică în :

- sticle — crown cu un coeficient de dispersie  $> 50$  ;
- sticle — flint cu un coeficient de dispersie  $< 50$ .

În general sticlele crown sînt sticle borosilicatice cu  $\text{BaO}$  ;  $\text{CaO}$  sau alte elemente, iar sticlele flint sînt cu un conținut ridicat de  $\text{PbO}$ . Între aceste categorii se află sticle intermediare la care indicele de refracție și dispersia variază independent unul de altul, datorită componenților chimici adăugați (titan, fluor, stibiu, pămînturi rare etc.),

care imprimă sticlei calitățile optice solicitate și influențează în mare măsură procesul tehnologic de fabricație. Materiile prime utilizate la fabricarea sticlei optice trebuie să fie foarte pure. Principalele impurități dăunătoare ale acestora sînt:  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , care colorează sticla, micșorîndu-i transparența. De aceea primii trebuie să lipsească complet, iar ultimul să nu depășească mai mult de 0,005 %.

Decoloranții fizici nu se utilizează la sticla optică, pentru că ei micșorează transparența sticlei. Ca afinanți se întrebuițează numai azotații și arsenicul. La depozitarea materiilor prime și la prepararea amestecului se iau cele mai severe măsuri pentru prevenirea impurificării lor. Topirea sticlei se face prin procedeul continuu în cuptoare vană sau prin procedeul discontinuu în cuptoare cu creuzete la 1 350—1 500°C. În cazul cuptorului continuu, bazinul de afinare, omogenizare și fiderul cuptorului se plachează cu foiță de platină. Din acest cuptor sticla se obține sub formă de piese semifabricate pentru produsele de serie mare, sau sub formă de calupi cu dimensiuni favorabile utilizărilor ulterioare.

La topirea în creuzete ciclul de realizare a unei șarje este de 6—7 zile, inclusiv omogenizarea care se face cu o instalație prevăzută cu un agitator îmbrăcat în platină. Topitura obținută este turnată într-o ramă metalică și apoi introdusă la recoacere, care durează 10—20 zile. După recoacere, blocul obținut se taie în calupi, se controlează și cei găsiți buni se taie la dimensiunile sortimentelor cerute. Acestea se șlefuiesc și se lustruiesc pe două fețe opuse, se spală cu apă distilată și după control se ambalează.

În multe cazuri calupii controlați sînt tăiați în piese de greutate apropiată de a produsului finit, care sînt apoi presate la cald în matrițe încălzite electric, la dimensiunile produsului finit, după care se detensionează și se finisează. Omogenitatea chimică a sticlei se asigură prin omogenizarea perfectă a topiturii, iar omogenitatea fizică prin reducerea tensiunilor interne sub limita de 10  $\text{m}\mu/\text{cm}$ , față de 90 cît se permite la articole curente.

Sticlele flint se topesc în două etape. În prima etapă are loc topirea brută și fritarea, iar în etapa a doua topirea finală, omogenizarea și limpezirea.

Cele mai pretențioase sticle optice se topesc în cuptoare electrice de tip inductiv, care se compun dintr-o cameră metalică cu o bobină al cărui miez este creuzetul de platină montat într-un creuzet ceramic. Creuzetele au în fund un orificiu cu tub de platină, prin care se scurge sticla topită și care în timpul elaborării topiturii este obturat.

Cuptorul mai are un dispozitiv de agitare cu tijă de platină. Clasicul procedeu de obținere a sticlei optice prin topire în creuzete



de șamotă, agitare mecanică pentru omogenizare, răcirea lentă timp de 6—10 zile și sacrificarea creuzetului, se mai utilizează și în prezent dar în proporție mai mică.

Pentru reducerea pierderilor de lumină prin reflexie la aparatura optică, se aplică pe suprafața lentilelor de sticlă pelicule de fluoruri ( $MgF_2$  sau  $CaF_2$ ) prin vaporizarea în vid și depunerea vaporilor, micșorându-se astfel coeficientul de reflexie de la 4—5 % la 0,4—0,7 %.

Lentilele pentru ochelari de vedere sînt tot sticle optice (semi-optice), din categoria crown, dar cu toleranțe mai mari la indicele de refracție, avînd o transparență minimă de 94 %.

În grupa sticlelor optice sînt incluse și sticlele filtrante din punctul de vedere al absorbției și transmisiei selective în diferitele domenii ale spectrului. Dintre acestea cele mai importante sînt următoarele :

— sticlele de semnalizare utilizate în circulația rutieră, feroviară, aeriană și maritimă. Ele trebuie să transmită benzi de lungimi de undă bine delimitate și să aibă o transparență ridicată pentru a da o semnalizare clară. Prin diverse norme sau standarde sînt stabilite lungimile de undă transmise pentru fiecare culoare în funcție de utilizări. Producerea lor se face prin fasonare sub diferite forme de plăci sau lentile, iar topirea în creuzete sau vană de zi, fiind vorba de cantități mai mici. Regimul termic de elaborare a topiturii variază, fiind în funcție de coloranții care se adaugă pentru obținerea nuanțelor și transmisiilor respective. Astfel, pentru culoarea roșie este necesar un regim slab reducător sau neutru, pentru verde regim oxidant, pentru galben regim neutru, iar pentru albastru regim oxidant ;

— sticlele de protecție față de radiațiile luminoase intense. Din această categorie fac parte sticlele pentru sudură, sticlele pentru privit în cuptoare cu temperaturi ridicate și sticlele pentru ochelari de soare. Primele trebuie să absoarbă radiațiile ultraviolete și infraroșii, iar cele de privit în cuptoare să rețină radiațiile calorice și ultraviolete. Cele pentru ochelari de soare trebuie să absoarbă în mod uniform toate radiațiile, păstrînd raportul dintre culori. Fasonarea lor se face prin presare sau tragere, necesitînd, după recoacere, șlefuire și polizare ;

— sticlele permeabile la radiațiile ultraviolete (sub 320 m $\mu$ ) și care se utilizează la lămpile de laborator cu vapori de mercur, la semnalizări invizibile, în practica medicală etc. Aceste sticle se obțin prin metodele obișnuite de lucru, dar din materii prime lipsite de metale grele. Sticla de cuarț este cea mai permeabilă pentru razele ultraviolete.

## Fasonarea și finisarea sticlei de construcții

### 7.1. Fasonarea prin tragere a sticlei plane

#### 7.1.1. Scurt istoric privind dezvoltarea producției de sticlă trasă

Fabricarea sticlei plane este cunoscută cu mult în istorie. Primele mărturii au apărut cu 4 000 de ani înaintea erei noastre. Sticla folosită ca podoabă sau obiect de utilitate era obținută prin diferite procedee.

Sticla plană a început să se fabrice la început prin procedeul platourilor, unde planeitatea se obținea prin aplicarea în industrie a proprietăților de aplatizare prin folosirea forțelor centrifugale. Ulterior a apărut procedeul de fabricație din cilindri cu diferite variante. Varianta fabricării cilindrilor de sticlă prin suflarea manuală a fost răspândită în cele mai multe fabrici până în jurul anilor 1900.

În anul 1896 Lubber în Statele Unite și Sievert în 1902 în Germania au introdus procedeul de suflare mecanică a cilindrilor, din care apoi prin tăiere și desfacere la cald se obțineau sticle-plane (pe mese plane).

Sistemul a fost introdus pe scară industrială de societatea Window-Glass în Statele Unite și în Compania franceză Saint-Gobain la fabrica de sticlă de la Aniche. Acest procedeu a fost exploatat apoi de fabrica de sticlă din Chalon pe Saône până în anul 1929.

În anul 1907 Sievert a pus la punct în Bohemia (Cehoslovacia) un procedeu industrial asemănător.

Începînd din perioada anilor 1902 Fourcault în Belgia și Colburn în Statele Unite au început cercetările pentru tragerea directă mecanică a sticlei plane. După multe dificultăți ei au pus la punct

tehnologia de tragere directă. În anul 1914 a început să producă prima uzină după procedeul Fourcault. În anul 1917 încep să producă în Statele Unite prima instalație Libbey-Owens ce aplica principiul de tragere Colburn.

În anul 1921 se brevetează un nou procedeu în Statele Unite sub numele inventatorului Slingluff și aplicat industrial de firma americană „Pittsburgh-Plate Glass Co.“. Procedeul de tragere fără debitează se generalizează în lume sub numele de procedeu de tragere „Pittsburgh“.

După anul 1945 atât procedeul Fourcault cât și Pittsburgh au suferit o serie de modernizări și adaptări, care au dus la creșterea considerabilă a producției și a calității acesteia.

### 7.1.2. Tragerea verticală a sticlei prin procedeul Fourcault

Dacă se introduce o placă solidă într-un lichid viscos și se trage lent această placă, ea antrenează o oarecare cantitate de lichid, groasă care urcă deasupra suprafeței lichidului. Fenomenul se continuă dacă placa continuă să se ridice, dar filmul de lichid se îngustează pînă se produce ruperea acestuia. Dacă însă odată cu ridicarea filmului de lichid se produce și răcirea acestuia, ruperea nu se mai produce.

Așa cum se vede în fig. 7.1 dacă se analizează într-un punct oarecare  $B$  forțele care acționează se observă că forța  $P$  de tracțiune și forța  $G$  gravitațională tind să lungească foaia de sticlă. Forța  $F$ , datorită tensiunii superficiale, tinde să îngusteze banda de sticlă.

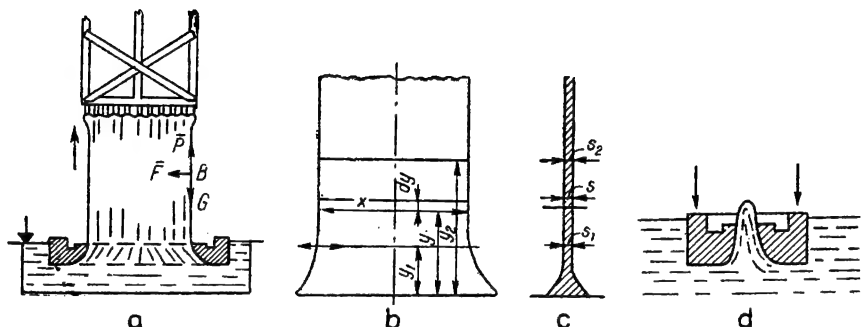


Fig. 7.1. Schema tragerii verticale cu debitează și a forțelor care acționează în procesul de tragere :

$a$  — secțiune transversală prin puțul de tras ;  $b$  — schema forțelor care acționează în procesul de tragere ;  $c$  — secțiune transversală prin banda de geam ;  $d$  — secțiune transversală prin debitează.

Pentru a se putea preîntîmpina deformarea foi sub acțiunea celor trei forțe se crește viscozitatea prin răcirea foi de sticlă.

La procedeul Fourcault se introduce în masa de sticlă o piesă refractară denumită debiteuză. Această piesă de formă paralelipipedică are la mijloc o fantă verticală care este ca nivel inferioară marginilor debiteuzei. Dacă se apasă ușor această piesă, o cantitate de sticlă iese prin această fantă și tinde să se ridice pe toată lățimea fantei în sus. Se creează astfel o forță dirijată în sus ce micșorează efectul celorlalte forțe.

Debiteuza are deci următoarele roluri :

— banda de sticlă care se formează, prinsă de placa metalică denumită pieptene, este alimentată continuu și efectul tirajului redus la minim. Apăsînd mai mult sau mai puțin această piesă refractară se poate varia debitul de sticlă alimentat ;

— aderența sticlei la pereții fantei este suficientă pentru a împiedica îngustarea foi trase.

Dacă se produce o răcire puternică a benzii de sticlă, atunci greutatea elementară a secțiunii transversale a benzii la înălțimea de ridicare  $y$  se scrie sub forma :

$$Q = xsyq, \quad (7.1)$$

unde :  $s$  este grosimea foi de sticlă ;

$x$  — lățimea foi de sticlă ;

$y$  — înălțimea foi de sticlă ;

$g$  — greutatea specifică a sticlei.

Dacă operația de tragere se continuă și banda de sticlă crește cu mărimea  $dy$  cum se vede în fig. 7.1 expresia (7.1) capătă forma :

$$Q = xs(y + dy)g \quad (7.2)$$

Greutatea întregii foi trase se poate calcula atunci cu formula :

$$Q = g \int_0^y xs dy \quad (7.3)$$

În cazul practic cînd grosimea foi rămîne constantă, atunci

$$Q = Q_2 - Q_1 = gs \int_{y_1}^{y_2} x dy \quad (7.4)$$

Forța care tinde să îngusteze foaia de sticlă este o funcție de greutatea foi și de viscozitatea sticlei :

$$Z = Z(Q, \eta) \quad (7.5)$$

unde  $\eta$  este viscozitatea sticlei.

Dacă se ține seama că și lățimea foi de sticlă depinde de înălțimea ei, adică  $x=x(y)$  atunci ecuația (7.4) capătă forma generală :

$$Q = g \int_{y_1}^{y_2} x(y) y dy. \quad (7.6)$$

**7.1.2.1. Construcția și instalațiile folosite la tragerea geamului după procedeul Fourcault.** *Canalul de lucru.* Cuptorul de topire alimentează, de obicei, o zonă de afinare-răcire, după care sticla ajunge în canalul de lucru. Mașinile se amplasează astfel încât pînă la zona de tragere să nu mai fie nevoie de încălziri ale sticlei. Prin pierderea treptată de căldură se urmărește a se obține sticla la temperatura și viscozitatea dorită. În fabricația curentă amplasarea mașinilor se poate face în diferite moduri. Cea mai frecventă este sub forma de cruce. Fiecare canal se termină cu trei mașini de tras, una amplasată la capăt iar două în cele două părți (lateral).

Se pot practica două canale de tragere în formă de V, iar fiecare ramificație deservind trei mașini de tras. Cuptoarele Fourcault se prevăd cu 3—4—6—9—12 mașini.

Bazinul de topire al cuptoarelor are lățimea de 6 pînă la 9 m, adîncimea bazinului 120 sau 150 cm. Înaintea zonei de răcire se practică baraje termice de diferite construcții.

Adîncimea canalelor de lucru este de obicei de 90 cm. Uneori adîncimea canalului de lucru se poate majora pînă la 120 cm sau micșora pînă la 60 cm, după caracteristicile sticlei folosite și calitățile acesteia. Lățimea canalului de tragere se corelează după lățimea camerei de tragere. Aceasta se determină după lățimea benzii care trebuie obținută în mașina de tras. De obicei cea mai ridicată temperatură sticla o are în mijloc la o adîncime de 13—27 cm sub nivelul sticlei. Către margini sticla este de obicei mai rece.

Ca materiale folosite canalele de tragere se execută din refractare superioare. Pereții laterali se execută din refractare electrotopite. Fundul se execută din blocuri de șamotă placate cu plăci refractare electrotopite cu grosimi de la 60 la 90 mm.

*Camera de tras.* În fig. 7.2 se prezintă camera de tras în cele trei variante cunoscute astăzi pe scară mondială. Camera de tras se leagă cu canalele de tragere (fig. 7.2, a). Delimitarea ei se face cu ajutorul podurilor refractare 4. Acestea sînt executate de obicei din refractare șamotice supraaluminoase și se montează sub forma unor bolți drepte. Umerii de boltă se execută sub forme speciale și se sprijină la exterior de pereții bazinului pe un sistem de strîngere elastic (placă metalică cu șuruburi de strîngere). Sub poduri

se introduce subpodul 5 imersat în sticlă. Debiteuza 7 se introduce în sticlă sub mașina de tras 3. În peretele lateral al camerei de tras se practică un orificiu 6 folosit la curățirea sticlei și la reglarea temperaturii, folosind uneori un arzător. Lățimea camerei de tras

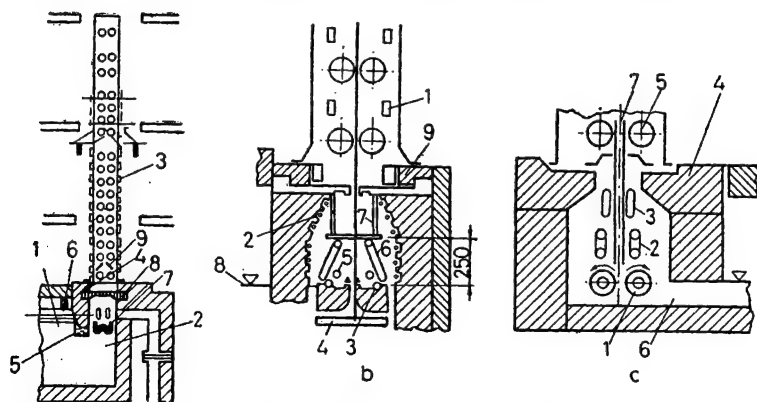


Fig. 7.2. Schema tragerii verticale prin procedeul cu debiteuză: a — procedeul Fourcault. Secțiune longitudinală prin camera de tras; 1 — sticla topită; 2 — camera de tragere; 3 — mașina de tras; 4 — poduri refractare; 5 — subpoduri refractare; 6 — orificiu pentru arzător; 7 — debiteuză; 8 — consolă refractară; 9 — apărătoare interioară; 10 — răcitoare; b — procedeul Fourcault modernizat. Secțiune longitudinală prin puțul de tras; 1 — mașina de tras; 2 — rezistențe de încălzire; 3 — încălzire electrică debiteuză; 4 — electrod metalic; 5 — arzătoare cu gaz; 6 — răcitoare; 7 — pereți metalici; 8 — sticlă topită; 9 — console reglabile; c — procedeul Asahi. Secțiune longitudinală prin puțul de tras; 1 — rulouri refractare mobile; 2 — arzătoare de gaz; 3 — răcitoare; 4 — consolă; 5 — mașina de tras; 6 — bandă de sticlă.

este de 50—60 cm. Deasupra podurilor se așază consolele 8, care lasă între ele o fantă de obicei de 20 cm. Deasupra consolelor 8 se află consolele 9 din tablă ce delimitează o fantă prin care banda de geam pătrunde în mașina de tras 3.

În peretele de capăt se practică două orificii prin care se pot introduce arzătoare cu gaz în scopul menținerii temperaturii dorite în camera de tras. În același perete se practică două orificii de tiraj legate la un canal colector de tiraj racordat la sistemul general al cuptorului (coș).

Se poate folosi și alt sistem de cameră de tragere, unde există și o cameră finală. În acest caz se practică două poduri simetrice față de axa canalului și o cameră finală încălzită. Peretele dinspre camera finală este prevăzut cu un canal de tiraj legat la coșul de fum al cuptorului. Lățimea acestei camere finale este de 100—150 cm de la axa mașinii de tras.

Există și alte sisteme de încălzire și concepție a camerei de tragere. În fig. 7.2, b este reprezentată schema camerei de tragere la procedee modernizate. În podurile camerei se prevăd canale în care se introduc rezistențe de încălzire pe ambele părți ale benzii de tras. Aceste rezistențe ajută la o reglare foarte fină a temperaturii în camera de tras. La marginea debiteuzei se montează două rezistențe de încălzire 3 de aproximativ 25 kW introduse în tuburi ceramice refractare. Sub debiteuză se fixează electrodul de încălzire 4 de aproximativ 110 kW.

Folosind toate elementele de încălzire se poate obține în cameră o temperatură de 1200°C. Pe măsură ce durata de funcționare a mașinii crește, se ridică gradul de încălzire al camerei de tras. Pentru a putea menține marginile benzii de sticlă calde se folosește la margini o încălzire suplimentară cu arzătoarele 5 dispuse simetric față de banda de geam. Marginile benzii sînt ținute de cleștii cu role 8.

Răcitoarele 6 se așază într-o poziție înclinată închizînd lateral banda de geam. Răcitoarele mai late la partea superioară reazemă pe camera 7 executată din tablă refractară. În chesonul mașinii 1 se practică goluri unde se montează arzătoare suplimentare. De asemenea, și sub console se montează încălzitoare electrice din sîrmă de cantal. La mașina de tras se introduce între rulouri un jet de bioxid de sulf care împiedică aderarea sticlei de rulourile mașinii de tras (gelul creează o peliculă pe suprafața rulourilor).

O altă variantă de tragere este arătată în fig. 7.2, c. Această tehnologie a apărut în perioada anilor 1965—1970 și aparține firmei japoneze Asahi Glass Co. La această tehnologie debiteuza este înlocuită cu două rulouri 1 în mișcare foarte lentă. Șlițul de tragere se creează între cele două rulouri, iar mărimea lui este variabilă după poziția în rotația reciprocă a celor două rulouri refractare. Se folosește o încălzire suplimentară la marginile benzii de sticlă și se așază răcitoarele 3 de formă adecvată cu suprafața mare de răcire cît mai aproape de suprafața sticlei, înainte de intrarea în mașina de tras.

**Debiteuza.** O importanță deosebită în procedeul Fourcault o are debiteuza. Ea are forma unui paralelipiped cu bază dreptunghiulară. În mijloc este o zonă mai joasă decît marginile în care se practică o fantă. Această fantă poate avea la centru o deschidere de 50—75 mm după lățimea de bandă folosită. La margini această fantă variază de la 19 la 32 mm. Fanta sau șlițul trebuie făcută cu deosebită atenție. Înălțimea debiteuzei variază de la 180 mm pînă la 230 mm.

Dimensiunile principale ale debiteuzei sînt date în tabelul 7.1.

Dimensiunile principale ale debiteuzelor

Lungimea șlițului mm	Lățimea maximă a șlițului mm	Lățimea șlițului, în mm, la distanțe din 10 în 10 cm de la margine					
		10	20	30	40	50	150
1 850—2 000	50—65	19—21 25—27	22—24 30—32	25—27 33—35	27—29 36—38	29—31 38—40	37—39 48—53
2 000—3 100	50—70	19—21 26—28	22—24 26—28	25—27 31—33	27—29 34—36	29—31 37—39	27—39 49—54
2 800—3 300	62—75	25—27 30—32	30—32 35—37	33—35 38—40	36—38 41—43	38—40 43—45	48—53 52—58

Debiteuza se execută din șamotă. În Europa, la fabricarea debiteuzelor se folosește de obicei argilă de Grossalmerode (R. F. Germania). Fabricarea lor se poate face pe cale umedă cu un procent de umiditate de 14—16% pe cale manuală sau pe cale semiuscată prin baterea lor mecanic în forme metalice.

La metoda umedă, după fabricare debiteuza se ține la uscare în condiții de umiditate controlată 6—8 luni. Șlițul se fășonează apoi pe cale manuală. La metoda uscată timpul de staționare este mult mai redus (maxim două luni). După uscare debiteuza se supune unui proces de încălzire (ardere) la o temperatură până la 1 200°C cu deosebită grijă în atmosferă controlată. Înainte de introducere în fabricație, debiteuza se introduce în cuptoare de temperare unde se încălzește treptat până la o temperatură de 1 200°C. Debiteuza caldă se transportă cu cărucioare speciale și se introduce prin lateral în puțul de tras. Se recomandă ca la introducerea în cuptor aceasta să aibă cel puțin temperatura sticlei în care se introduce. Durata de exploatare a unei asemenea debiteuze este de obicei 3—4 luni, dar uneori printr-o exploatare foarte atentă durata de lucru poate ajunge la 12 luni.

În ultima perioadă au început să fie folosite debiteuze cu șlițul placat cu materiale refractare electropozitive multo-zirconice. Alte încercări au fost făcute introducându-se sub debiteuză sau chiar sub șlițul central piese paralelipipedice din șamotă cu rol de termoregulator și de dirijor al curenților de sticlă.

*Răcitoarele cu apă.* La tragerea benzii de sticlă, după ce aceasta se ridică se folosesc răcitoare cu apă, destinate să producă răcirea



benzii, creșterea viscozității sticlei și asigurarea unui regim normal de tragere.

Răcitoarele, de obicei, se compun dintr-o țevă metalică cu diametrul de 50 mm și o cutie de tablă lată de 50 mm și înaltă de 180—250 mm. Cutia de tablă de formă paralelipipedică are secțiunea dreptunghiulară și este rotunjită la margini. Tabla folosită are grosimea de 2—3 mm. Uneori pentru a se accelera răcirea, suprafața răcitoarelor se poate lustrui. Răcitoarele se concep cu două moduri de circulație a apei în interior. Apa în interiorul răcitoarelor poate avea o circulație liberă sau dirijată. Uneori se folosesc răcitoare din țevi de secțiune pătrată din aluminiu sau oțel.

Apa folosită trebuie să fie cât mai rece posibil, de obicei temperatura acesteia cuprinsă între 4 și 20°C. Viteza interioară a apei trebuie de așa natură calculată încât la ieșire să aibă o temperatură cuprinsă între 10 și 25°C. Răcitoarele pot provoca o reducere de temperatură de 150°C în banda de sticlă.

De obicei, în procedeul Fourcault se așază două răcitoare simetrice față de banda de geam la o distanță de 8—15 cm. Pentru a ameliora calitatea optică a suprafeței se recomandă ca răcitoarele să se așeze mai departe (15 cm) față de banda de geam. Dacă este necesară intensificarea procesului de răcire, atunci se pot monta pe verticală perechi de răcitoare suplimentare de aceeași construcție sau simple țevi răcite cu apă. Uneori aceste răcitoare se pot așeza și înclinate către suprafața de sticlă răcită.

*Prinzătoare de margini (borte).* După cum s-a arătat aderența sticlei la suprafața interioară a șlițului debiteuzei asigură și ea menținerea constantă a lățimii benzii de sticlă. Răcirea sticlei, variația de nivel sau învechirea în lucru a mașinii pot provoca restrângerea lățimii benzii de geam și desprinderea acesteia de marginea șlițului debiteuzei. Pentru a se împiedica apariția acestui fenomen, la cele două margini se utilizează un sistem de prindere continuă a benzii și de tragere către exterior. Acest lucru se realizează prin prinzătoare de borte. De obicei, prinzătoarele de borte au forma unui clește articulată cu posibilități de reglare. La cele mai perfecționate există și un sistem de strângere cu șurub, care permite creșterea forței de tracțiune în mod treptat în timpul funcționării. De obicei ele se execută din oțeluri inoxidabile sau forjabile nerăcite. La sistemele perfecționate de tragere, s-a adoptat sistemul de prindere cu role răcite, după tipul Pittsburgh.

*Mașina de tras.* Mașina de tras este o construcție verticală cu secțiune dreptunghiulară sprijinită pe un eșafodaj metalic de susținere așa cum se vede în fig. 7.2, c. Ea are o înălțime de 5—8 m, fiind executată din secțiuni independente solidarizate prin buloane.

Fiecare cheson este executat dintr-o manta de tablă căptușită la interior cu foi de azbest și tablă inoxidabilă. În suprafața laterală sînt prevăzute clapete pentru reglarea regimului termic. Pe pereții centrali se execută orificii în care se prind lagăre de susținere a rulourilor. Mașina are 13 pînă la 18 perechi de rulouri din azbest cu diametrul de la 132 la 180 mm. Pe aceste rulouri se transportă pe verticală banda de gcam.

Fiecare pereche este antrenată pe o parte cu ajutorul unui ax cardanic de la un arbore vertical prin intermediul unui angrenaj melc-roată melcată (sau angrenaj cu roți dințate conice). Un valț este antrenat din exterior la un capăt, iar la celălalt capăt prin intermediul unui angrenaj cilindric cu roți dințate cu dantură în V se antrenează valțul pereche.

Valțul motor este fix în lagăre, iar cel antrenat (sau mobil) are posibilitatea să execute o pendulare față de valțul fix. La cele două capete valțul mobil are lagărele prevăzute cu pîrghii și contragreutăți pentru a se putea apăsa mai mult sau mai puțin pe banda de sticlă în timpul tragerii acesteia.

Valțul de azbest are lungimea corelată cu lățimea benzii de sticlă. De obicei, este executat dintr-o țeavă specială, cu pereți groși pe care se introduc rondele de azbest groase de 5 pînă la 10 mm, presate la presiune de 150 kgf/cm<sup>2</sup> (daN/cm<sup>2</sup>). După presare valțul se lasă la uscat. Prima pereche de valțuri are la partea exterioară șanțuri spirale care degajează spre exterior eventualele cioburi. După uscare se execută o nouă presare la o presiune de 800 kgf/cm după care se execută strunjirea și lustruirea exterioară. Azbestul folosit se recomandă să aibe firul lung și să nu conțină caolin sau alte impurități. Pentru a se mări durata de exploatare a ruloului, între rondele se așază din loc în loc rondele din plasă de sîrmă cu diametrul mai mic și care să presează în rondela de azbest.

Valțurile reazemă în lagăre pe rulmenții cu role aciculare cu rosturi de dilatare care să împiedice griparea acestora.

În interiorul mașinii, pe ambele părți ale rulourilor, din doi în doi metri se montează plăci de tablă înclinate care împiedică circulația liberă a curenților de aer în mașină. Lateral, lîngă borte, se prevăd piepteni din tablă de cupru, care, de asemenea, reazemă pe banda de sticlă în mișcare și împiedică căderea cioburilor către debiteuză. La partea inferioară se montează la intrare apărători din tablă înclinate. Lateral se prevăd mici ferestre de reglare a curbei termice prin introducerea de aer proaspăt după caz.

Mașina de tras realizează pe verticală tratamentul termic de detensionare a foi de sticlă, jucînd și rolul unui cuptor de re-coacere.

De obicei, la șlițul debiteuzei temperatura este în jurul a 900°C. După trecerea foi de sticlă printre răcitoarele laterale banda părăsește suprafața răcitoarelor și are o temperatură de 675—700°C.

Temperatura benzii de sticlă în mașină variază ca în tabelul 7.2.

Tabelul 7.2

Variația temperaturii benzii de sticlă în mașina de tras

Număr valț	Temperatura sticlei °C	Temperatura în interiorul mașinii °C
1—2	430—450	200
2—3	400—420	190
3—4	320—380	160
4—5	300—340	150
6—7	250—290	125
9—10	235—255	120
10—11	210—220	115
12—13	140—190	110
Ieșire	60—70	—

În general o atenție deosebită trebuie dată la primele trei perechi de valțuri, unde temperatura este de 450°C, în această zonă realizîndu-se detensionarea sticlei.

Viteza de răcire care se recomandă în mașină este de 40°C/min la grosimea sticlei de 2 mm și de 100°C/min la geamurile cu grosimea de 4 mm.

La partea superioară mașina este deschisă aici existînd un dispozitiv automat de tăiere transversală și de rupere automată a benzii, la lungimea dorită.

Acționarea mașinii se face de la un motor electric de curent continuu cu turație reglabilă prin reostat și reductor, de așa natură încît să nu se producă vibrații în timpul funcționării mașinii. La partea inferioară mașina este prevăzută cu un sistem de pîrghii articulate, cu ajutorul cărora se apasă prin intermediul unor tije metalice cele două margini ale debiteuzei. De obicei, pe marginile debiteuzei se așază două piese metalice (papuci) pe care se apasă cu tijele menționate mai înainte. Presiunea de apăsare se reglează cu ajutorul unei manivele ce acționează asupra pîrghiilor (pe cale manuală).

Mașinile de tras pot produce grosimi de la 1,5 mm până la 8 mm cu lățimi până la 3 m. Tăierea bordelor (marginilor) se face continuu folosind dispozitive de susținere și apăsare a unor roțițe dure de tăiere, de obicei, din carburi metalice aglomerate sau oțeluri de scule călite. Unghiul de ascuțire se determină după grosimea și duritatea sticlei.

În tabelul 7.3 se indică caracteristicile principale ale mașinilor de tras de fabricație sovietică.

*Tabelul 7.3*

**Caracteristicile principale ale mașinilor de tras de fabricație sovietică**

Elemente caracteristice	Unitatea de măsură	VVS-2V	VVS-2,5V	VVS-3V
Lățimea de bandă utilă	mm	2 000	2 500	3 000
Valțuri				
număr de perechi	perechi	13	19	13
diametrul valțului	mm	150	180	180
viteza periferică	m/oră	9,2—9,2	8—110	11,3—90
Puterea instalată	kW	2,5	2,5	2,5
Dimensiuni de gabarit				
lungime	mm	2 530	3 030	6 700
lățime	mm	600	1 026	1 870
înălțime	mm	5 450	7 850	5 450
Greutatea	t	15	27,5	20,6

**7.1.2.2. Ciclul de producție și productivitatea sistemului de tragere Fourcault. Calitatea sticlei obținute.** Durata tragerii neîntrerupte a benzii de sticlă este de 180 până la 220 de ore de lucru. La unele fabrici această durată poate ajunge la două luni și uneori chiar mai mult. La procedeele modernizate, această durată se poate prelungi chiar la trei luni de funcționare neîntreruptă. De obicei însă după 120—160 de ore de tragere continuă, calitatea sticlei începe să se înrăutățească. La atingerea ciclului se oprește fabricația. Se face demontajul pîrghiilor de apărare a debiteuzei, se taie banda de geam, se curăță șlițul și camera de impurități și după circa o oră se începe procesul de încălzire a camerei de tras. La început pe o durată de la 30 min până la o oră are loc o încălzire lentă iar apoi în circa 4—5 ore se ajunge la o încălzire de 980—1 000°C. Se scot arzătoarele și se menține camera închisă pînă se răcește puțin. După aceasta cu atenție se introduce pieptenele de ridicare și se începe tragerea lentă a benzii de sticlă (1—3 min). Se ridică circa 0,5 m cu viteză foarte mică și din acest moment se

Începe apăsarea treptată a debiteuzei în sticlă. Se majorează apoi viteza pînă la 20 cm/min. Se începe simultan montarea răcitoarelor. Se închide mașina la ambele părți și se urmărește mersul benzii de sticlă pînă sus. Se montează prinzătoarele de margini și se pregătește mașina pentru funcționare normală. După cel puțin o oră începe să se vadă dacă această sticlă corespunde anumitor cerințe. De obicei, se începe fabricația cu grosimea de 4 la 6 mm după care se reduce grosimea treptat prin creșterea treptată a vitezei de tragere. Cantitatea de sticlă extrasă este de 600—650 kg/oră.

În general între grosimea sticlei trase și viteza de tragere există o legătură bine definită. La procedeul Fourcault obișnuit corelarea dintre grosimi și viteze este dată în tabelul 7.4.

Tabelul 7.4

Corelarea vitezelor de tragere cu grosimea sticlei trase la procedeul Fourcault

Grosimea de bandă mm	Viteza de tragere	
	cm/min	m/h
1,2	364	218,4
1,5	245,5	147,3
2	166,6	100
3	99,5	59,7
4	69,7	41,7
5	53,3	32
7	36,1	21,7
9	27	16,2

Aceste viteze sînt optime procedeului, ele fiind determinate de capacitatea de producție a cuptorului și de calitatea sticlei.

Viteza este influențată și de compoziția sticlei folosite. De obicei, sticla folosită are următoarea compoziție: (70,5—72,5)%  $\text{SiO}_2$ , (0,6—2,5)%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , (0,04—0,2)%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , (6—9)%  $\text{CaO}$ , (2,5—4,5)%  $\text{MgO}$ , (14,2—16)%  $\text{Na}_2\text{O}$ , (0,2—0,8)%  $\text{SO}_3$  și altele. Odată cu creșterea conținutului de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  și  $\text{MgO}$  se poate obține și o creștere de viteză.

O altă cale de creștere a vitezei este accelerarea răcirii benzii sau mărirea bulbului format în șlițul debiteuzei.

Curent pe plan mondial la cuptoarele cu tehnologia bine aplicată la o mașină cu lățime de 200 cm și o viteză de tragere de 72 m/oră se obțin, de obicei, de la 3 400 la 3 500  $\text{m}^2/24$  ore. Pierderile prin spargeri sînt în medie următoarele:

— spargeri în mașină și în timpul ridicării 7—7,5%;

- pierderi prin tăierea bordurilor (marginilor) 7% ;
- pierderi prin tăiere în tăietorii pentru geamuri normale 14% ; geamuri subțiri 15% ; destinații speciale până la 40%.

Sticla plană obținută prin tragerea prin acest procedeu este destinată construcțiilor. Ea prezintă anumite deficiențe specifice procedurii și anume :

- defecte provocate de debitează ca mici bășicuțe (incluziuni mici gazoase) incolore. Uneori în primele ore de fabricație pot apărea bășici mai mari și mai lungi, subțiri de forma firului de ață ;

- defecte provocate de tragerea prin debitează ca ondulații pe suprafața sticlei de forma unei pieptănături fine, vizibilă bine dacă sticla se privește sub un unghi de incidență mai mare de 45°C. Acest defect este mai puțin perceptibil la începutul ridicării benzii dar crește în intensitate odată cu creșterea numărului de ore de funcționare neîntreruptă a mașinii de tras ;

- o ușoară abatere de grosime pe toată lățimea de bandă mai accentuată către margini ;

- o ușoară abatere de la planeitate odată cu creșterea numărului de ore de funcționare a mașinii de tras.

Fiind un geam ieftin cât și datorită calităților de rezistență mecanică bună, acest geam este folosit cu precădere la ferestrele construcțiilor civile și industriale.

### 7.1.3. Tragerea orizontală a sticlei după procedeu

#### Colburn-Libbey-Owens

**7.1.3.1. Construcția și instalațiile folosite la tragerea sticlei după procedeul Colburn-Libbey-Owens.** Acest procedeu de tragere se aseamănă mult cu procedeul Fourcault și a fost pus în exploatare cam în același timp în Statele Unite. Banda de sticlă se formează prin tragere directă de pe suprafața sticlei fără a exista o debitează. Cleștii de margini se înlocuiesc cu două perechi de role din oțel, răcite, care prind marginile foi de sticlă în ambele părți și o ridică continuu pe verticală. Imediat după ridicare se introduc, de asemenea, răcitoarele verticale de o construcție apropiată celor descrise în procedeul Fourcault. La înălțimea de circa 60 cm banda de sticlă se rabate cu ajutorul unui rului răcit, în poziție orizontală, introducându-se apoi sticla într-un cuptor orizontal de recoacere. Procedeul nu se aplică în țara noastră.

Construcția cuptorului este apropiată în zona de topire cu cele descrise anterior. Sînt cuptoare vană cu flacăra transversală cu 4—6 perechi de arzătoare. Lățimea cuptoarelor este de la 8 la 9 m și adîncimea în zona de topire 140—160 cm. De obicei, după termi-

narea zonei de topire și afinare urmează un gît lung, care poate fi uneori chiar mai lat pînă la 11 m, din acesta dezvoltîndu-se apoi două canale de tragere cu lățimea determinată de lățimea de bandă a mașinii de tras. Canalul de tras capătă forma din fig. 7.3.

Adîncimea sticlei scade printr-un prag la 45 cm și apoi în zona de tragere ajunge la 16 cm. Lățimea canalului de tragere poate să

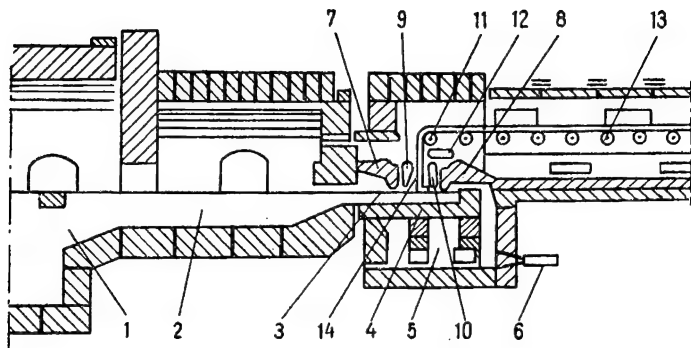


Fig. 7.3. Secțiune longitudinală prin bazinul de lucru și de tragere la cuptorul pentru producerea sticlei plane prin tragere orizontală fără debitează :

1 — bazin pentru sticla topită ; 2 — camera de lucru ; 3 — camera de tragere ; 4 — fund din piese speciale ; 5 — camera încălzită ; 6 — arzător ; 7—8 — piese rotunjite speciale ; 9—10 — răcitoare cu apă ; 11 — valț de întoarcere ; 12 — răcitor orizontal ; 13 — rulouri de transport.

fie de obicei de 220—280—350 cm (la instalațiile noi 290—350 cm). Canalul de tragere este executat din refractare speciale de formate specifice procedului din șamotă cu conținut ridicat de  $Al_2O_3$ . Datorită faptului că grosimea stratului de sticlă în puțul de tras este forate mică, sub camera de tragere se află o cameră încălzită cu un arzător și izolată la exterior.

Sticla din bazinul 1 ajunge în zona 2 de răcire și apoi trece pe sub un ecran refractar și ajunge în camera de tragere 3. Aici cu ajutorul rolor de tragere 14 se ridică banda de geam printre răcitoarele 9—10 răcite cu apă. Sub valțul de întoarcere 11 se plasează răcitorul orizontal 12. Puțul de tragere este delimitat de piesele refractare 7—8 din șamotă care joacă rolul podurilor din procedul Fourcault. Piesele 7—8 pot avea o poziție reglabilă și sînt supuse la solicitări termice deosebite. Foaia de sticlă se curbează pe valțul răcit 11 din oțel refractar și apoi este preluată pe rolele metalice 13 ale cuptorului de recoacere. La partea superioară camera de tragere este prevăzută cu o boltă din silică. Temperatura de lucru se poate

regla aducînd gaze calde de la partea inferioară unde lucrează arzătorul 6. Fundul 3 al camerei de tragere se execută din refractare șamotice și este în permanență încălzit de la camera de încălzire 5 prin gaze calde și produse de ardere. La partea superioară a camerei de tragere se folosește o încălzire suplimentară care să dea foi de sticlă plasticitatea necesară întoarcerii foi pe ruloul de întoarcere. Se recomandă ca această încălzire să se facă cu un combustibil cu putere calorifică superioară (motorină, gaze de sondă). Stratul de sticlă cu care se lucrează este stratul cald de la suprafață. Pragurile folosite întorc curenții de sticlă reci de fund. Se asigură astfel o circulație corectă de sticlă pe tot timpul fabricației. Cupurtorul de recoacere se poate încălzi cu gaze naturale sau foarte frecvent prin rezistențe electrice.

*Prinzătoarele de bortine.* Sînt compuse din doi cilindri paraleli cu diametrul de 4—6 cm și lungi de 10 cm cu striuri pe suprafață. Acești doi cilindri se mișcă în sens invers de rotație, antrenati de doi arbori paraleli. Cei doi arbori susțin prinzătoarele de bortine în consolă. La celălalt capăt cei doi arbori sînt prinși într-un lagăr de rostogolire și acționați prin două cuplaje cardanice și roți cilindrice de la un motor electric cu turație reglabilă și reductor. Cei doi arbori permit ca distanța dintre suprafețele exterioare ale rolelor de prindere să poată fi variată în funcție de grosimea sticlei trase. Viteza periferică a rolelor de tragere este cu 20—35% mai mică decît viteza imprimată benzii de geam. Cu cît ele sînt instalate mai jos cu atît turația lor este mai mică.

*Mașina de tras și cupurtorul de recoacere.* Banda de sticlă se rabate la o înălțime de circa 50—70 cm. Pentru curbarea și rabatarea benzii se folosește un valț metalic 11, cu diametrul de 150—160 mm cu suprafața exterioară foarte bine lustruită. Curbarea sticlei cere condiții de lucru deosebit de dificile. Pe partea opusă curbării este necesară o temperatură mai ridicată pentru ca sticla să aibă proprietățile plastice necesare. Pe partea interioară este o temperatură diferită. Succesul acestei operații depinde de natura și precizia ruloului de întoarcere. Sticla trebuie și la partea interioară să prezinte calități plastice și să nu se lipească de suprafața valțului. Din această cauză valțul de întoarcere trebuie răcit foarte bine cu aer de răcire. În plus, sub această rolă se așază un răcitor orizontal 12 cu scopul de a răci suprafața liberă a ruloului de întoarcere.

În timpul lucrului, pe suprafața ruloului se așază o peliculă de protecție foarte subțire care să împiedice adeziunea sticlei de suprafața valțului.

Valțul de întoarcere căreia i se cer calități deosebite, trebuie înlocuit după o funcționare de 10 zile și relustruit la suprafață. Pen-



tru aceasta se prevăd dispozitive speciale care permit înlocuirea acestuia în timpul funcționării (cam într-un timp de 10 min).

Banda de sticlă trece apoi în tunelul de recoacere orizontal. Acesta are o lungime de 50—70 m și încălzire electrică reglabilă pe zone de lucru. Primele 15 valțuri sînt de obicei acoperite cu azbest iar celelalte rulouri sînt metalice. Zona valțurilor cu azbest este cea cu temperatură mai ridicată unde are loc relaxarea tensiunilor interne. Urmează apoi o zonă de menținere a sticlei la palier termic pe perioada intervalului critic.

Răcirea rapidă a benzii de sticlă are loc către partea finală a cuptorului. La capăt se taie marginile cu o lățime de 7 cm și apoi se execută automat tăierea transversală la lungimile necesare.

Ridicarea mașinii se face similar cu ridicarea mașinii Fourcault. La ultimele linii de fabricație cu lățime mare, după ce banda suportă întoarcerea, greutatea sticlei este suficientă pentru a ajuta tragerea în continuare. Temperatura de formare a benzii de sticlă este de 900°C.

Tragerea directă de pe suprafața băii, permite realizarea unor cicluri deosebit de lungi de fabricație, deoarece calitatea sticlei nu se înrăutățește și nu apar fenomenele de răcire și vitrifiere care se observă la procedeul Fourcault. Oprirea fabricației se face numai accidental, dacă apar defecțiuni de ordin mecanic sau tehnologic care impun acest lucru. Din experiența uzinelor care lucrează după acest procedeu, durata de funcționare neîntreruptă ajunge pînă la doi ani.

**7.1.3.2. Exploatarea mașinilor de tragere orizontală.** Procedeul are deosebitul avantaj că, nefiind legat de prezența debiteuzei, poate produce grosimi foarte mici chiar de 0,5 mm cu viteze de tragere deosebit de ridicate. Tratamentul termic aplicat este foarte bun și spargerile în timpul fabricației sînt minime. Grosimea maximă obținută nu depășește 14 mm datorită greutății foarte mari a unei benzi de asemenea grosime. Totuși în condiții speciale au putut fi obținute grosimi pînă la 30 mm destinate șlefuirii și polizării ulterioare. Viteza de tragere depășește viteza de tragere de la procedeul Fourcault cu 30% pînă la 100% la aceeași grosime de bandă trasă. Informativ vitezele de tragere la diferite grosimi sînt cele menționate în tabelul 7.5.

Din experiența uzinelor producătoare pe acest procedeu a rezultat că o mașină poate produce 7 000—8 000 m<sup>2</sup>/24 ore atît datorită vitezei de tragere, randamentului deosebit de bun cît și a pierderilor prin spargere foarte reduse.

Compoziția sticlei la acest procedeu nu are o așa mare importanță ca la tragerea cu debiteuză. Fenomenul de cristalizare poate

Corelarea dintre vitezele de tragere și grosimea sticlei trase la tragerea orizontală

Grosimea	Viteza de tragere	
	cm/min	m/h
2	225	135
3	145	87
4	100	60
5	74	44
6	58	35
7	47	28

să apară de obicei la anumite colțuri unde sticla nu circulă dar unde se poate interveni cu arzătoare, ce diminuează acest fenomen. De abiceî, compozițiile tipice utilizate sînt în următoarele limite : (72,5—73,5)%  $\text{SiO}_2$  ; (1—1,8)%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ; (0,04—0,1)%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ; (7—10)%  $\text{CoO}$  ; (2—4)%  $\text{MgO}$  ; (12,5—14)%  $\text{Na}_2\text{O}$  ; (0,3—0,7)%  $\text{SO}_3$  și altele. Calitatea sticlei obținute este superioară celei obținute prin procedeul cu debiteuză, defectele specifice produse de debiteuză neexistînd. Suprafața sticlei este lipsită de valurile sau ondulațiile care apar la tragerea cu debiteuză iar calitatea este constantă pe perioade de timp foarte îndelungate.

Ca defecte pe suprafața pot apărea unele imprimări provocate de înrăutățirea calității suprafeței ruloului pe care foaia se curbează după tragere. Defecte mai pot apărea din controlul termic insuficient și anume o variație a proprietăților mecanice de la suprafața interioară la cea exterioară și uneori o neomogenitate structurală datorită încălzirii diferențiate a celor două suprafețe.

Producția firmei Libbey Owens din S.U.A. după acest procedeu atinge o calitate deosebită. Stabilitatea chimică a sticlei se încadrează în clasa a III-a de stabilitate.

În prezent procedeul a mai suferit multe modificări în ce privește grosimea stratului de sticlă în camera de tras, în poziția și forma răcitoarelor, în reglarea regimului de încălzire.

Tot pentru ameliorarea condițiilor de curbare la unele instalații de curbare s-a folosit încălzirea electrică suplimentară care să regleze și să diminueze variația termică a celor două suprafețe în momentul curbării și să mențină calitățile plastice ale sticlei un timp mai îndelungat.

### 7.1.4. Tragerea sticlei după procedeul fără debiteuză

Procedeul a apărut prima oară în S.U.A. la firma Pittsburgh Plat Co și a înlocuit treptat procedeul Fourcault și chiar Libbey-Owens datorită faptului că simplifică tehnologia, utilajele și asigură o calitate superioară celorlalte procedee. În Europa acest procedeu a început să fie introdus după anul 1931 la câteva uzine, iar după anul 1945 s-a generalizat înlocuind în majoritate sistemul Fourcault în țările din vestul Europei iar după 1960 a căpătat o preponderență și în țările din sistemul socialist. Sub diferite forme procedeul este astăzi prezent în aproape toate țările avansate producătoare de geamuri de calitate. În R.S.R. procedeul a fost introdus prima dată în perioada anilor 1968—1969 și apoi generalizat pe cuptoare mari de mare capacitate după anul 1971.

**7.1.4.1. Construcția cuptoarelor și instalațiilor de tragere a geamului fără debiteuză.** Cuptoarele vană folosite au bazinul de topire similar celor de la procedeul Fourcault, cu o formă simplă fără construcții speciale. Arderea este transversală, iar numărul de arzătoare se dimensionează după extracția de sticlă necesară. Bazinul de topire este echipat cu refractare superioare și dimensionat pentru capacitatea de producție de minimum 250 t/24 ore. De obicei, aceste cuptoare au patru sau șase mașini așezate frontal și lateral, de așa natură ca distanța de la terminarea zonei de topire pînă la axul fiecărei mașini să fie aproximativ aceeași. Zona de răcire trebuie să fie de aceeași lățime ca și bazinul de topire sau puțin îngustată.

Adîncimea bazinului este între 120 și 150 cm. Canalul de lucru are de obicei aceeași adîncime. Lățimea maximă a bazinului de topire la cuptoarele cunoscute nu depășește 10 m.

În zona gîtului se montează lateral două perechi de punți de curățire a căror suprafață atinge 5—12 m<sup>2</sup> și au adîncimea aceeași ca bazinul de răcire. În aceste punți de curățire se adună spuma și eventuale defecte de topire care se evacuează periodic pe cale manuală.

De obicei, bazinul se execută din materiale refractare electrotopite, zidul inelar și arzătorul din material electrotopite zirconice și material silica de foarte bună calitate. Bolțile și canalul de tragere sînt, de asemenea, din materiale refractare de foarte bună calitate.

Camera de lucru are forma prezentată în fig. 7.4 (puțul de tras).

Spre deosebire de camera Fourcault, camera de tras are multe particularități specifice sistemului. Camera începe de la blocul cu-

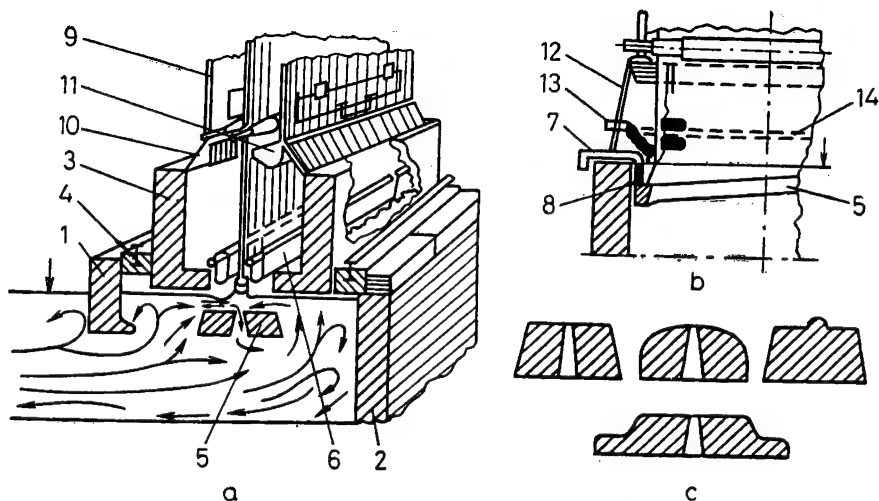


Fig. 7.4. Schema camerei de tragere la procedeul fără debiteuză :

*a* — secțiune longitudinală ; *b* — secțiune transversală ; *c* — bare de tragere — secțiuni transversale ; 1 — pod fix ; 2 — perete bazin ; 3 — bloc ; 4 — boltă suspendată ; 5 — bară de tragere ; 6 — răcitor ; 7 — pîrghie de apăsare ; 8 — piesă de apăsare ; 9 — cheson mașină de tras ; 10 — etanșare la racordare ; 11 — colector de cloburi răcit ; 12 — capăt pîrghie ; 13 — lingură de formare ; 14 — role de antrenare și formare borta.

fundat 1 denumit curent blocul „Ședov“. El reprezintă bariera termică între canalul de lucru și puțul de tras. Adîncimea lui de cufundare este variabilă după criteriul tehnologic al fabricației. Unele cuptoare moderne au dispozitive de ridicare și lăsare a acestuia cu mijloace mecanizate. Stratul de sticlă cu care se lucrează poate fi diferențiat după adîncimea de cufundare a acestuia. În practică adîncimea de imersare a blocului Ședov este de la 260 pînă la 430 mm. Lățimea lui poate fi de la 300 pînă la 400 mm. Forma lui are ceva asemănător cu vîrfurile unei cisme, formă studiată și obținută ca optimă. Distanța de la blocul cufundat 1 pînă la banda de sticlă variază între 120 pînă la 140 cm. Blocul imersat este executat de obicei din șamotă supraaluminoasă sau din materiale electrotopite. Uneori se execută și din materiale șamotice care se plachează de obicei numai în partea de contact cu sticlă, cu plăci din material electrotopit-mulito-zirconice. Puțul de tragere propriu-zis este delimitat de două poduri de format special, denumite blocurile „L“ 3. Ele se ancorează lateral pe o construcție metalică rigidă cu posibilitate laterală de strîngere. De obicei ele sînt executate din șamotă supraaluminoasă și se execută dintr-o singură bucată. Execuția și arderea lor trebuie să fie făcută cu deosebită grijă. La partea supe-

rioară zona dintre blocul „L” și peretele final sau blocul Ședov este acoperită cu elemente de boltă suspendate 4 din silică, pe o construcție metalică de susținere cu posibilități de deplasare a acestora în plan vertical. Toate rosturile dintre piesele speciale descrise mai înainte se închid etanș cu o pastă de șamotă.

Între blocurile „L” la o adâncime față de nivelul sticlei de 70 pînă la 150 mm se introduce corpul cufundat de dirijare 5 (bara de tragere). Această piesă este așezată la mijlocul distanței dintre răcitoarele 6. Scopul acestei piese este de a ușura rolul răcitoarelor 6 și a concentra efectul de răcire pe suprafața sticlei (benzii). Această piesă cu un rol deosebit în dirijarea curenților către locul de formare a benzii de geam se poate executa din materiale șamotice supraaluminoase sau electrotopite. În acest caz la ambele părți ale piesei se așază piesele 8 care sînt împinse de pîrghiile 7 în jos. Cu pîrghiile 7 și piesele 8 se reglează poziția corpului 5.

Dacă piesa de dirijare (bara de tragere) 5 este executată din refractare electrotopite atunci se reazemă în două adîncituri în pereții bazinului. Cînd se folosește o asemenea bară de tragere atunci este necesar ca poziționarea ei să se facă definitiv de la început, deoarece reglarea ulterioară este foarte dificilă.

Bara de tragere 5 așa cum se vede în fig. 7.4, c, are diferite forme și dimensiuni în funcție de variantele tehnologice adoptate. Ea poate fi făcută cu orificiu central sau fără. Șlițul central permițînd ca în zona de formare a benzii să intervină și curenți de sticlă mai de fund. De la axa de simetrie a barei de tragere pînă la peretele de capăt al bazinului, distanța variază între 900 și 930 cm (de obicei, 915 cm). Bara de tragere are lățimea la bază cuprinsă între 400 mm (la procedeul Pittsburgh) și 1 120 mm, la varianta Pennveron. Înălțimea barei este și ea variabilă de la 250 mm pînă la 450 mm.

La acest procedeu în cameră pătrunde o sticlă mult mai caldă cu temperatura între 1 150°C și 1 180°C. Răcirea ei se face pe o grosime de 70 la 100 mm de la suprafața liberă. În acest procedeu nu mai intervine factorul debit, productivitatea fiind determinată numai la răcirea corectă. Construcția camerei de tragere este subordonată acestui scop. Dacă se face un calcul termic al răcirii la o grosime a benzii de 6,3 mm și o viteză de tragere de 26,5 m/oră sticla pierde 172 500 kcal/oră din care 152 620 kcal/oră este preluată de răcitoarele cu apă, 2 000 kcal/oră prin dispozitivele de tragere cu role a bortelor și 49 700 kcal/oră prin aerul aspirat. Se observă că efectul cel mai puternic de răcire este dat de răcitoarele cu apă 6.

Răcitoarele au o construcție specială diferită față de cele folosite la procedeul cu debiteuză. Aceste răcitoare se pot poziționa mai aproape sau mai departe față de banda de sticlă. Răcitoarele sînt de obicei mai înalte (pînă la 350 mm). La unele variante se folosesc două sau trei perechi de răcitoare dispuse în scară pe verticală față de banda de sticlă. În ultima perioadă au apărut și alte tipuri de răcitoare multiple dispuse tot etajat din țevi sau tuburi de secțiune pătrată.

Pentru a ajuta formarea benzii la margini există cîte o lingură din oțel refractar 13, care aglomerează o cantitate de sticlă pentru formarea bortelor. După ridicare, borteile sînt prinse în dispozitive de tragere cu role 14 asemănătoare celor descrise la procedeul Libbey-Owens. Dispozitivele cu role sînt acționate independent prin motoare de curent continuu cu turație reglabilă sau printr-o transmisie cinematică de la mașina de tras.

Distanța de la suprafața blocurilor „L” pînă la chesonul mașinii 9 este închisă cu capacele 10 care se reazemă pe chesonul 9 și pe blocurile 3. Aceste capace 10 pot fi făcute sau executate dintr-o succesiune de răcitoare cu scopul de a se mări suprafața de răcire din puțul de tras. De o parte și de alta a benzii de geam la intrarea în mașina de tras se montează două jgheaburi 11 din tablă pentru colectarea cioburilor provenite din spargerea benzii de geam în mașină. Aceste colectoare de cioburi 11 se pot executa din tablă cu sau fără răcire interioară. Alegerea variantelor cu răcire suplimentare se face plecînd de la calculul termic al răcirii. De obicei, la dimensionarea elementelor răcitoare se pleacă de la raportul dintre suprafața de răcire și suprafața masei de sticlă din camera de tras. Acest raport este cuprins între 5,06 pînă la 6,65 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. Uneori pentru accelerarea vitezei de tragere și ușurarea regimului termic al mașinii de tras se folosesc și jghiaburile 11, ca elemente răcitoare suplimentare. De obicei, în calculul răcirii se ține seama de raportul dintre suma înălțimii răcitoarelor folosite și înălțimea camerei de tras. Acest raport variază între 0,43 pînă la 0,73.

Din experiență poziționarea prea aproape de banda de geam a răcitoarelor poate fi sursă de defecte de calitate. Din aceste motive se recomandă așezarea primelor răcitoare mai depărtate de banda de sticlă.

Mașina de tras are o concepție apropiată din punct de vedere mecanic de cea folosită la tragerea fără debiteuză. Numărul de perechi de valțuri este însă majorat între 26 și 40 de perechi iar înălțimea mașinii cuprinsă între 8 și 14 m.

Mașina cuprinde o serie de chesoane metalice de secțiune dreptunghiulară izolate la interior cu azbest și tablă refractară. În interior

se așază un transportor vertical executat din rulouri metalice căptușite cu azbest puse în mișcare de un sistem de acționare similar cu cel descris la procedeul cu debiteuză. Rulourile se așază pe o serie de lagăre de concepție similară procedeului Fourcault dar, datorită faptului că regimul termic de lucru este mult mai greu, lagărele propriu-zise se execută cu elemente din grafit. În interior pentru a se putea dirija corect regimul termic se amplasează o serie de încălzitoare, electrice sau cu gaze naturale, plasate pe toată lățimea mașinii. Totodată pentru a se împiedica circulația nedirijată a curenților calzi se folosesc bariere (șibere) pe verticală și tubulaturi de tiraj pe verticală.

Vitezele mari de tragere și totodată faptul că sticla pătrunde în mașina cu temperaturi mai ridicate cuprinse între 520 pînă la 570°C au dus la necesitatea unui control termic perfecționat și o dirijare a recoacerii în mașina de tras. De obicei în zona perechii nr. 8 de valțuri pe întreaga lățime de bandă se folosește lateral pe ambele părți o încălzire suplimentară menită să împiedice pătrunderea benzii de sticlă brusc în zone mai reci. Canalele de circulație ale gazelor calde se reglează pe verticală de așa natură ca marginile să fie bine încălzite și regimul de răcire să fie cît mai uniform pe toată lățimea benzii. Printr-un regim corespunzător se poate obține o bandă de sticlă cu grosimea de la 2,2 mm pînă la 16 mm, cu temperatura sticlei la ieșirea din mașină sub 60°C și o viteză de tragere pînă la 100 m/oră.

*Tehnologia formării benzii de sticlă.* În fig. 7.4 este indicat principalul modul de circulație al curenților de sticlă în bazinul de tragere.

Stratul de sticlă cel mai cald ocolește blocul cufundat (Ședov 1) și apoi se ridică ajungînd de obicei la 15—25 cm sub nivelul suprafeții. Pe măsură ce stratul se află mai jos el este mai rece, la circa 90 cm el pierde între 80 și 100°C față de temperatura stratului cel mai cald. Din curentul principal care pătrunde în puțul de tras (fig. 7.4) o parte trece pe sub bara de tragere și ajunge la suprafață iar o parte ajunge la peretele terminal de unde se întoarce pe la fund reintrînd în canalul de tragere. În banda de geam pătrund deci sticle aduse de mai multe straturi (curenți) cu temperaturi și viscozități puțin diferite. Cantitatea de sticlă care pătrunde în camera de tragere este mai mare decît cea extrasă prin banda de geam. Acest raport dintre sticla extrasă și cea totală ce pătrunde în puțul de tras caracterizează tragerea. Acest raport depinde de adîncimea blocului imersat 1 de forma acestuia, de poziția barei de tragere 5, de adîncimea sticlei în puțul de tras, de viteza de tragere, de temperatura cu care sticla este adusă în canalul de tragere.

Tehnologia tragerii fără debiteuză dă o importanță deosebită și circulației de curenți de aer cald în camera de tragere după formarea benzii. Calitățile optice ale sticlei depinzând și de această circulație de aer cald. De obicei este de dorit ca poziționarea răcitoarelor să favorizeze circulația de o parte și de alta a benzii formate, a unui curent cald vertical pornit chiar de la bulb. Curenții reci care se formează între răcitoarele și bolcurile „L” nu trebuie să se întoarcă pe lângă banda de geam ci să aibă un drum de întoarcere cuprins între curentul cald vertical și suprafața răcitorului.

*Productivitatea sistemului și compoziția sticlei folosite.* Mașina odată pusă în funcțiune poate să lucreze fără întrerupere 1 000 pînă la 4 000 de ore, adică de la o lună și jumătate pînă la șase luni. Durata de funcționare este legată de nivelul de temperatură cu care se prelucrează banda de sticlă. Cu cît se aduce o sticlă mai caldă în puțul de tras cu atît durata de lucru neîntreruptă a mașinii este mai lungă.

Cînd se repornește mașina de tras, se procedează analog ca la fabricația cu debiteuză. După oprirea mașinii pe o durată de 1—2 ore se face o curățire a sticlei din puțul de tragere eliminînd sticla cu tendință de cristalizare sau sticla rece. După terminarea acestei operații se face o încălzire treptată cu flacără oxidantă 1—2 ore cu puțul bine închis. În această perioadă de obicei se face și revizia mecanică a mașinii de tras.

Cînd încălzirea s-a făcut corespunzător pînă la 1 200°C, se începe preîncălzirea mașinii de tras punînd în funcțiune arzătoarele proprii și permițînd intrarea de gaze calde din puțul de tras. Se introduce apoi rama metalică (pieptenul) în lichid și se începe tragerea înceată a benzii de geam pe verticală în mașina de tras. Simultan, se așază răcitoarele laterale, ceașca de alimentare a marginelor și dispozitivele cu role de tragere a marginilor. Odată aceste operații terminate, puțul se închide etanș din toate părțile cu pastă de șamotă. Se recomandă ca aceste operații să se execute repede și foarte corect. După ce se trage pe o durată de 1—2 ore banda de geam groasă de 6 mm, se începe reglarea grosimii la cea dorită, operație care poate dura 3—5 ore și care se face prin poziționarea răcitoarelor, reglarea vitezelor și corelarea ei, odată cu intrarea în regim normal de temperatură a mașinei de tras. În toată această perioadă trebuie să se dea o atenție deosebită controlului termic al cuptorului de tras și al canalului de lucru.

Temperatura bulbului trebuie menționată, de obicei, constantă între 1 030°C și 1 080°C după natura sticlei și adoptările tehnologice utilizate. Temperatura sticlei în procesul de formare este între 900



și 960°C. Pe lățimea benzii în mașină se recomandă ca abaterea de temperatură să nu fie mai mare de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Deoarece se lucrează cu temperaturi mai ridicate și cu o circulație de sticlă destul de mare, pericolul de cristalizare a sticlei este mult mai redus.

Sticla trebuie să aibă o compoziție care să îi confere o vâscozitate ridicată, calități foarte bune de prelucrabilitate și stabilitate chimică bună.

De obicei compoziția chimică este apropiată de cea prezentată la procedeul Libbey-Owens, adică cu aproximativ următoarea compoziție oxidică : (72—73)%  $\text{SiO}_2$  ; (1—1,8)%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ; (0,04—0,1)%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ; (6,5—9,5)%  $\text{CoO}$  ; (2—4,6)%  $\text{MgO}$  ; (13—14)% alcalii ; (0,3—0,7)%  $\text{SO}_3$  și alte urme.

Grosimea minimă de bandă folosită este de 1,5 mm cea mai groasă 16 mm. Lățimile de bandă uzuale sînt cuprinse între 200 și 350 cm. Vitezele de tragere sînt de obicei corelate cu grosimile așa cum se arată în tabelul 7.6.

*Tabelul 7.6*

**Corelarea dintre vitezele de tragere și grosimea sticlei trase la tragerea fără debiteuză**

Grosimea de bandă mm	Viteza medie de tragere		Viteza maximă de tragere	
	cm/min	m/h	cm/min	m/h
2	167	100	210	125
3	117	70	145	87
4	80	48	100	60
5	59	34	74	44
6	46	28	58	35
7	37	23	47	28

## Fabricarea geamurilor laminate

### 8.1. Principiul de fabricație

Laminarea constă în obținerea printr-o singură operație, plecând de la sticlă fluidă, a unei foi de sticlă sau un covor continuu de sticlă de dimensiuni determinate, având o astfel de plasticitate care să nu ducă la lipirea sticlei de părțile metalice ale utilajelor.

Fenomenul esențial care are loc este răcirea bruscă a sticlei în contact cu un rulou laminor metalic răcit. Laminarea este în esență un schimb termic rapid între sticlă, metal și apa de răcire. Prin contactul rapid dintre sticlă fluidă și ruloul metalic răcit cu apă se produc în foaia de sticlă ce ia naștere importante gradient de temperatură, generatoare de tensiuni interne în sticlă. Este absolut necesar ca fenomenul de laminare să fie continuat cu un tratament termic care să relaxeze tensiunile produse și anume recoacerea sticlei.

Au fost folosite și se folosesc diferite procedee de laminare.

#### 8.1.1. Scurt istoric al fabricării geamurilor laminate

Primele plăci de sticlă laminată au fost obținute în anul 1688 când Louis Lucas de Nehov a reușit să obțină plăci de sticlă turnând pe o masă metalică conținutul unui creuzet refractar în care se află sticlă topită și trecând apoi peste acesta un valț metalic răcit. Ruloul laminor avea lateral două cuțite de delimitare cu care regula lățimea și grosimea foi de sticlă. După această primă reușită în anul 1692 Manufactura regală realizează în Pădurea Saint-Gobain prima instalație industrială de fabricare a sticlei laminate. Procedul s-a răspândit apoi în toată lumea pînă la începutul secolului XX. În țara noastră procedeul a fost utilizat la fabricile din Tîrnăveni și Mediaș

pînă în jurul anului 1958, iar în perioada 1950—1958 la fabrica Scăieni. În perioada anilor 1914—1918 Max Bicheraux a perfecționat acest procedeu. El aduce sticla topită nu direct pe masa de laminare ci într-un rezervor intermediar metalic, plasat în fața a două rulouri laminoare în mișcare. Foaia de sticlă obținută curge pe două sau trei mese în mișcare pe sub rulourile laminoare și preiau continuu foaia astfel obținută. Foaia obținută are o grosime constantă și o planeitate superioară. Cu acest procedeu se obțin prin laminare continuă 30 pînă la 32 m<sup>2</sup>. Capacitatea creuzetului transportat atinge 3,5 t.

O variantă mai modernizată a fost preluarea acestei foi pe rulouri transportoare. În toate aceste variante foile astfel obținute se introduc în cuptoare tunel de recoacere de diferite tipuri și capacități.

Geamul ornament, avînd pe una din fețe un model, a fost obținut prima dată turnînd sticla topită pe o masă din fontă pe suprafața căreia era imprimat un model. Se turna sticla dintr-o oală metalică refractară pe masa de turnare și apoi se trecea peste sticlă un rulou laminor lis. Această sticlă albă sau colorată cu modele a fost destinată să înlocuiască vitraliile care se foloseau la ferestrele catedrelor. Sticla a căpătat denumirea de sticlă-catedrală. Mai tîrziu a crescut gama de modele care puteau fi imprimate și s-a renunțat la folosirea de mese avînd suprafața superioară cu model. S-a trecut la folosirea laminării sticlei între două rulouri în mișcare, cel inferior avînd pe suprafața exterioară imprimat un model care se trecea pe suprafața sticlei laminate (fața inferioară).

În anul 1880 firma „Chance Brothers“ din Birmingham, reușește să deverseze sticla într-un rezervor plasat înaintea celor două rulouri laminoare. Ruloul inferior era gravat și imprima continuu pe suprafața geamului modelul dorit.

Procedeul la început era discontinuu. În perioada anilor 1900—1902 apare în uzinele producătoare mașina de tip „Baudin“ unde fenomenul de fabricație al geamului laminat-imprimat cu modele, denumit geam laminat ornament are loc în mod continuu.

Procedeul se perfecționează continuu și apare aproape simultan în Statele Unite la fabricile uzinelor Ford Motor Co, în Anglia la uzinele companiei Pilkington de la Saint-Helens, în Franța la Compania Saint-Gobain.

În țara noastră prin mașina de tip Baudin încep să producă în perioada anilor 1935—1940.

Procedeul de laminare modern s-a dezvoltat în perioada anilor 1960—1963 întîi la Scăieni iar apoi în perioada 1968—1970 la Buzău.

Fabricarea geamului laminat armat a urmărit în general evoluția geamului laminat ornamental. Greutatea intervine prin faptul că în mijlocul foi de sticlă trebuie introdusă o plasă de sîrmă sudată fără ca aceasta să provoace deformări, bule sau alte defecte.

Prima mașină a fost pusă la punct de Appert. La această mașină se făcea laminarea primului strat iar plasa de sîrmă se introducea sub ruloul laminor superior. Ulterior se turna și se lamina deasupra plasei un nou strat de sticlă. Ulterior mașina Baudin a fost adaptată și la producerea geamului armat în mod continuu.

În paralel firma engleză Pilkington Brother Ltd. și-a perfecționat mașina de fabricat geam laminat ornamental. La această varintă se lamează simultan două straturi de sticlă și înainte de îmbinarea lor se introduce între ele plasa de sîrmă, după care se execută o nouă presare exterioară menită să dea planeitatea și luciul superficial necesar produsului.

### 8.1.2. Produse fabricate prin laminare

După particularitățile de laminare și compoziția sticlei prelucrate se deosebesc : sticla laminată șlefuită, sticla ornamentală, sticla armată.

**Sticla laminată destinată șlefuirii și polizării.** Este produsul cel mai pretențios datorită calităților ce i se impun pentru a se preta la prelucrarea ulterioară a suprafeței. Foia trebuie să aibă cele două fețe paralele. Detensionarea trebuie făcută cît mai bine pentru a împiedica spargerea foilor la șlefuire și polizare. Nu se admit neomogenități chimice sau termice, incluziuni gazoase sau incluziuni active. Procedul permite obținerea unui covor continuu cu lățimea pînă la 4 m și din care se pot tăia foi pentru șlefuire și polizare cu lungimea pînă la 8 m. Acest geam, după șlefuire și polizare, are o transparență foarte bună fețele riguros paralele și bine lustruite. El se folosește în industria automobilelor sub formă securizată și ca materie primă la fabricarea oglinzilor. Sticla trebuie să aibă un coeficient de transmisie al luminii foarte bun și o duritate adecvată procesului de șlefuire mecanică. Sînt cunoscute sub denumirea comercială „glace”. Se fabrică în grosime de la 3 mm pînă la 18 mm.

**Sticla laminată ornamentală clară sau colorată.** Este o sticlă plană care are pe una din suprafețe un model menit să dea un plus de estetică. Ea este translucidă dar nu transparentă. Este destinată industriei construcțiilor civile și industriale.

**Sticla laminată armată.** Este o sticlă care are în interior o rețea de plasă de sîrmă ce îi conferă rezistențe mecanice superioare și

caracteristicile unui geam de securitate. Aceste sticle pot avea o formă plană sau ondulată. Sub aceste forme poate fi folosită la pereți, acoperișuri, luminatoare la construcțiile civile și industriale.

## 8.2. Utilaje și instalații folosite la fabricarea geamurilor laminate

### 8.2.1. Turnarea și laminarea pe mese fixe

Procedeul este astăzi abandonat în majoritatea țărilor producătoare. Masa folosită este confectionată de obicei din fontă refractară turnată cu suprafața superioară striată. În interior masa este răcită cu apa în circulație forțată. De obicei, apa de răcire este dedurizată pentru a nu se favoriza depunerea în interior a pietrei pe pereți sau țevi. Valțul superior, executat din fontă sau oțel refractar cu diametre variabile de la 80 până la 180 mm. Viteza de deplasare a valțului superior este de 1,5—2 m/min. Procedeul este discontinuu. Grosimea obținută, de obicei, este de 6 mm.

### 8.2.2. Fabricarea geamurilor laminate pentru șlefuire

Schema tehnologică de fabricație este prezentată în fig. 8.1, a.

Sticla topită în cuptorul de topire ajunge în zona de deversare la o temperatură de prelucrare cuprinsă între 1 080 și 1 150°C. Înaintea rulourilor laminoare 1 se plasează o piesă denumită buză de curgere 3 de formă specială de așa natură încît să alimenteze continuu laminarea. Aceste piese de obicei din material silico-aluminos sînt supuse unui regim termic și mecanic deosebit. Ele se execută dintr-o singură bucată cu lățimea pînă la 350 mm și lungimea pînă la 3 m. Piesa se temperează și apoi într-un suport metalic răcit se amplasează lingă gura de deversare a sticlei din cuptor. Lateral se plasează două piese de ghidare din șamotă sau oțel refractar care delimitează lățimea benzii de geam. În fața rulourilor pentru a le feri de gazele calde sau flacăra directă se plasează, de obicei, un ecran din plăci silico-aluminoase cu posibilități de deplasare pe verticală.

Sticla intră între rulourile laminoare 1 care se rotesc în sensuri inverse unul față de celălalt, prinzînd între ele sticla fluidă. Rulourile sînt confectionate din oțeluri refractare sau fonte refractare aliate. Ele se execută dintr-un miez de oțel găurit la interior cu 8—12 găuri pe toată lungimea rulourilor, peste care se trage un manșon din oțel sau fontă aliată. Diametrul lor variază de la 250

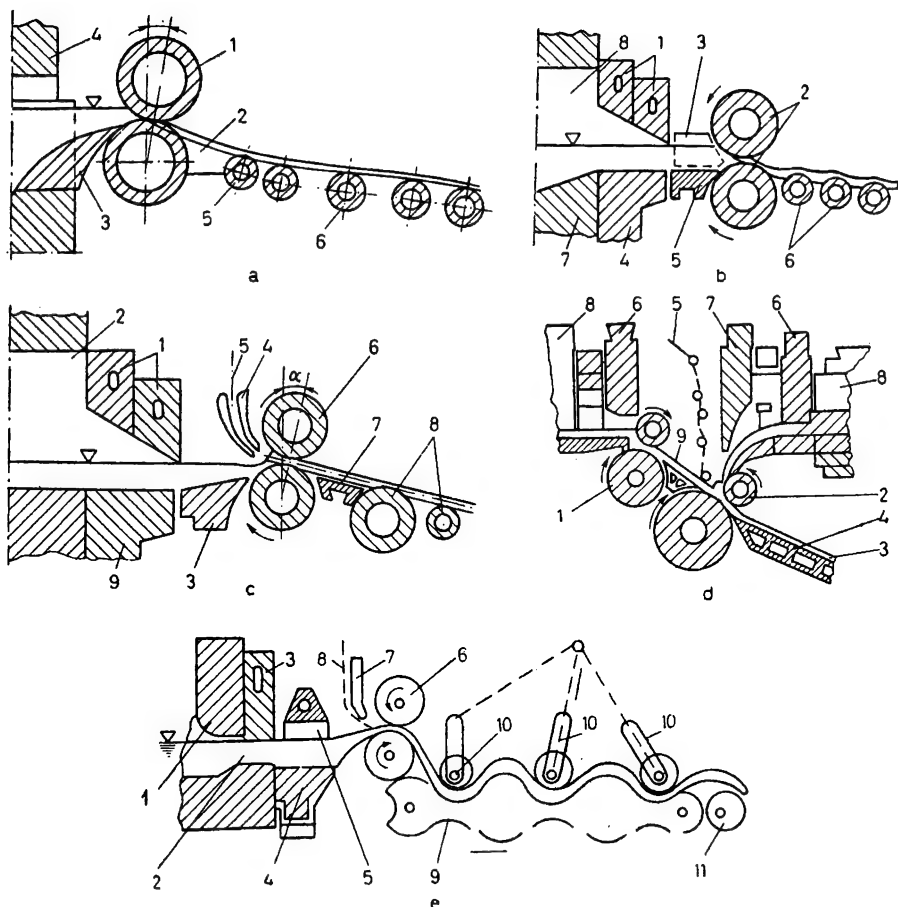


Fig. 8.1. Fabricarea sticlei laminate :

a — geamuri laminate pentru șlefuire (secțiune longitudinală prin zona de laminare) ;  
 1 — rulouri de laminare ; 2 — masă răcită ; 3 — buza de curgere ; 4 — cuptor de topire ;  
 5 — 6 — rulouri purtătoare ; b — geamuri laminate ornamentale (secțiune longitudinală) ;  
 1 — ecrane refractare ; 2 — rulouri laminoare ; 3 — piese de ghidare ; 4 — buza de  
 curgere ; 5 — masă tampon ; 6 — rulouri purtătoare ; 7 — bazin de lucru ; c — geam  
 laminat armat (secțiune longitudinală) ; 1 — ecrane ; 2 — cuptor de topire ; 3 — buza de  
 curgere ; 4 — răcitor ; 5 — plasă metalică ; 6 — rulouri laminoare ; 7 — masă metlică ;  
 8 — rulouri purtătoare ; d — geam laminat armat (metoda Pkington) ; 1, 2 — rulouri  
 laminoare ; 3 — foaie de sticlă ; 4 — masă metalică ; 5 — plasă de sirmă ; 6 — ecran ;  
 7 — ecran ; 8 — cuptor de topire ; 9 — sticlă prelaminată ; e — geam laminat ondulat  
 transversal (secțiune longitudinală) ; 1 — cuptor ; 2 — sticlă ; 3 — ecran ; 4 — buza de  
 curgere ; 5 — ecran ; 6 — laminor ; 7 — răcitor ; 8 — plasă de sirmă ; 9 — conformator ;  
 10 — presor ; 11 — rulou.

pînă la 400 mm. Debitul de apă de răcire folosit variază de la 70 pînă la 150 m<sup>3</sup>/h apă demineralizată în circuit forțat cu presiunea de la 2 la 4 at. Înainte de intrare apa este trecută prin filtre suplimentare care împiedică corpurile străine să pătrundă în orificiile de răcire. Viteza de laminare variază de la 150 pînă la 250 m/h după diametrul laminorului, debitului de apă de răcire și cerințele de calitate ale produsului. De obicei, cele două valțuri nu au aceleași diametre, cel inferior avînd diametrul puțin mai mic. Înălțimea sticlei față de suprafața buzei de curgere este de 400 mm, unghiul de deversare 35 pînă la 40°. După laminare este plasată masa 2 din fontă sau oțel și răcită la interior. Uneori piesa 2 se confecționează din două părți, prima parte răcită cu apă și a doua avînd la suprafața superioară fante. Aerul comprimat introdus în interiorul mesei 2 (partea a doua) iese la suprafață astfel că foaia de sticlă să curgă pe un strat de aer (pernă). După aceasta banda de sticlă este preluată pe o serie de rulouri metalice răcite la interior cu aer sau apă și introdusă într-un cuptor de recoacere continuu lung de la 65 la 120 m.

De obicei rulourile laminoare 1 și masa 2 se așază pe un șasiu pe roate de deplasare și dispozitive mecanice de ridicare sau lăsare pe verticală sau de înclinare. Rulourile sînt acționate cu transmisii cardanice foarte bine reglate, care nu produc vibrații sau șocuri. Mișcarea este dată de un motor de curent continuu cu turație reglabilă, curentul fiind furnizat de un grup Ward-Leonard propriu.

Rulourile 5 și 6 sînt acționate sincron cu rulourile 1 prin transmisii cardanice sau transmisii cu lanț. Orientativ se dau principalele caracteristici ale mașinilor de laminat de fabricație sovietică P.L.1-160 și P.N.-1 001 (tabelul 8.1).

Banda de geam se introduce în cuptoare de recoacere de lungime variabilă cuprinsă între 80 și 120 m. Ele au în interior transportoare cu rulouri metalice. În primele zone ale cuptorului se folosește încălzirea electrică. Cuptorul are prevăzute ventilatoare în regim de exhaustor, care reglează circulația curenților calzi în interiorul cuptorului.

Spre exemplificare prezentăm caracteristicile cuptorului sovietic G.P.O. 160 în tabelul 8.2.

În țara noastră o asemenea instalație se află la Buzău. Laminorul are lățimea de bandă de 2 700 mm și produce 120—150 t/24 h. Grosimea benzii recoapte 4—18 mm. Cuptorul de recoacere cu încălzire electrică are lungimea totală de 140 m.

Tabelul 8.1

## Caracteristicile tehnice ale mașinilor de laminat de fabricație sovietică

Caracteristici tehnice	P.L.I-160	P.N. 1001
Lățimea de bandă laminată, mm	1 600—1 800	3 150
Dimensiunile valțului laminor		
diametrul, mm	5350	370
lungimea, mm	2 000	3 400
Numărul maxim de rot/min	3,4	3,5
Viteza maximă de laminare, m/min	3,73	2,985
Unghiul de înclinare al mesei, grade	15—25	—
Producția realizată t/24 h	70—80	130—150
Caracteristicile motorului de curent		
continuu		
puterea, kW	6,5	—
turația, rot/min	250—1 550	—
Dimensiunile de gabarit, m	1,5 × 3,5 × 2	—
Greutatea, t	9	—

Tabelul 8.2

## Caracteristicile tehnice ale cuptoarelor de tratament în fabricarea geamurilor laminate

Producția cuptorului, t/24 h	de la 80 t
Lățimea benzii recoapte, mm	1 600—1 800
Grosimea benzii, mm	5—15
Viteza de deplasare a benzii, m/min	0,618—3,73
Puterea folosită pentru deplasare, kW	21
Lungimea cuptorului, m	122

## 8.2.3. Fabricarea geamurilor laminate ornamentale

Prezentarea schemei de fabricație se poate observa în fig. 8.1, b. Sticla topită ajunge pe buza de curgere 4 delimitată de piesele de ghidare 6. Lățimea buzei de curgere 4 executată din materiale silico-aluminoase ajunge la 250 mm. Rulourile de laminare 2 sînt protejate de ecranele 1 din materiale refractare silico-aluminoase. Masa tampon 5, metalică răcită, poate fi utilizată sau nu. La liniile actuale ea a fost redusă, buza de curgere aducînd sticla direct la rulourile laminoare 2. Banda laminată trece apoi pe covorul de role 6 și este introdusă în cuptoare de recoacere.

Rulourile 2 sînt executate din oțeluri refractare cu un conținut de crom de 11—13% și conținutul de carbon foarte redus (de obicei,



oțeluri austenitice aliate) sau oțeluri aliate cu crom și molibden. În general conținutul de carbon ajunge pînă la 0,425%, conținutul de crom ajunge pînă la 1,2% și conținutul de molibden pînă la 0,5%. Rezistența admisibilă la rupere ajunge pînă la 110 kgf/mm<sup>2</sup>.

De obicei diametrul exterior ajunge la 200 mm iar cel interior de 90—100 mm. Ambele rulouri au conicitate, iar diametrul minim este la mijlocul ruloului. Cele două rulouri au diametre diferite. Ruloul inferior gravat este mai mic cu 3—4 mm față de ruloul superior.

Rulourile sînt răcite la interior cu apa sub presiune, debitele de răcire fiind variabile de la 40 la 60 m<sup>3</sup>/h. În interior se introduce un ax cu aripioare care se rotește prin circulația apei ajutînd astfel la răcirea mai uniformă a pereților interiori ai ruloului. Durata de funcționare a unui rulou este de 7—8 000 ore. De obicei în cuptor sticla ajunge înainte de deversare la o temperatură de 1 260°C. Înainte de laminare sticla are o temperatură între 1 150 și 1 180°C urmărind ca fluiditatea sticlei să permită imprimarea modelului. După laminare sticla are o temperatură cuprinsă între 800 și 850°C, temperatură care scade pînă la intrarea în cuptorul de recoacere. Pentru menținerea temperaturii sticlei cît mai ridicată și mai uniformă, suprafața sticlei pînă la intrarea în cuptorul de recoacere se acoperă cu o bandă de țesătură din fire de sticlă sau de azbest.

Cuptorul de recoacere are lungimi mai reduse (50—70 mm). În țara noastră cuptoarele cu zona încălzită au lungimea de la 50 la 55 m și zona rece, neîncălzită, de la 10 la 12 m. Tăierea și ruperea foi recoapte se face mecanizat cu dispozitive mecanice de tăiere și rupere. Lățimile de bandă laminate după această tehnologie variază de la 1 400 mm pînă la 2 200 mm. Grosimea sticlei laminate cuprinsă între 3 și 8 mm. Durata de funcționare fără întrerupere a unui laminor ajunge la 8—10 zile.

## **8.2.4. Fabricarea geamurilor laminate armate**

**8.2.4.1. Fabricarea geamurilor armate plane.** Schema tehnologiei de fabricație este prezentată în fig. 8.1, *e* și *d*. La această fabricație similară cu cea folosită la laminarea geamurilor laminate ornamentale apar cîteva particularități specifice acestei fabricații. Buza de curgere ia forma 3. Plasa de sîrmă 5 se introduce pretensionată între răcitoarele 4. Prin fanta celor două răcitoare 4 plasa de sîrmă este introdusă în masa de sticlă înainte de laminare. Răcitoarele se execută din tablă, sînt răcite la interior și protejate la partea în contact cu plasa de sîrmă 5 cu tablă de alamă sau cupru. Plasa odată introdusă este presată în sticlă și apoi trasă de covorul de sticlă. De obicei,

ruloul de plasă este prevăzut cu un sistem de frînare menit să pre-tensioneze plasa de sîrmă.

În unele variante, răcitoarele 4 sînt înlocuite cu un rulou de diametrul 50—60 mm răcit la interior cu apă. Plasa trecînd prin fața acestuia este introdusă în masa de sticlă înaintea laminorului 6. Firma Pilkington a pus în aplicare procedeul arătat în fig. 8.1, d. Plasa de sîrmă 5 este introdusă în masa de sticlă laminată de rulourile 1. După așezarea plasei de sîrmă peste aceasta se aduce un nou strat de sticlă fluidă, care este laminată de rulourile 2 la un loc cu prima foaie prelaminată de valțul 1 și plasa de sîrmă 5 așezată pe sticla 9. Sticla, astfel laminată în două straturi asamblate cu plasa de sîrmă 3, curge pe masa de preluare 4 și de aici este introdusă într-un cuptor tunel de recoacere.

Mașina de laminat este similară cu cea descrisă la fabricarea geamurilor laminate ornamentate. Grosimea foilor de sticlă obținute este cuprinsă între 5 și 7 mm. Lățimea de bandă este cuprinsă între 5 și 7 mm. Lățimea de bandă este cuprinsă între 1 400 la 2 000 mm. Viteza de laminare de la 1,1 pînă la 1,5 m/min.

**8.2.4.2. Fabricarea geamurilor armate ondulate.** Se fabrică în două variante :

- cu ondularea transversală ;
- cu ondularea longitudinală.

Geamurile laminate ondulate cu ondularea transversală se fabrică de obicei pe instalații adaptate la instalațiile destinate fabricării geamurilor armate plane (fig. 8.1, c).

Masa 7 se înlocuiește cu un conformator de ondule. El este confecționat dintr-o serie de ondule din fontă aliată acționate lateral prin lanțuri de transmisie.

Sticla din cuptor trece pe sub ecranele 4 și 5 peste buza de curgere 3 și intră în rulourile de laminare 6. Plasa trece pe lîngă răcitorul 7 și este introdusă în sticla fluidă. Banda de sticlă plană se așază în plăcile conformatorului 9. Presorul 10, executat din rulouri din țevă (trei bucăți) lungi cît lățimea benzii laminate, este răcit la interior cu aer comprimat și ridicat prin lanțuri de un piston acționat de un cilindru cu aer comprimat. Deplasarea conformatorului 9 este sincronizată cu viteza de laminare a rulourilor 6 și cu ridicarea și lăsarea presorului 10. Banda ondulată este apoi luată pe un covor de rulouri 11 foarte apropiate și introduse într-un cuptor de recoacere de tip tunel. Pasul ondulei este de 177 mm și înălțimea ondulei de 50 mm. În general se utilizează 5,5 ondule la o distanță de 92 cm de lungime. Toate comenzile sînt cu aer comprimat iar sincronizarea comenzilor se face prin dispozitive cu came.

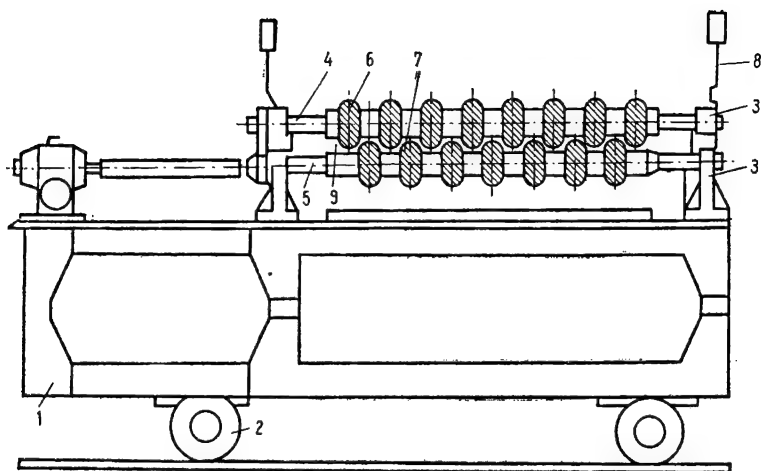


Fig. 8.2. Fabricarea geamului laminat ondulat. Conformare longitudinală. Secțiune transversală prin mașina de laminat :

1 — șasiu ; 2 — roți de deplasare ; 3 — lagăr mobil ; 4 — arbore ; 5 — arbore inferior ; 6, 7 — valțuri canelate ; 8 — contragreutate ; 9 — sticlă armată ondulată.

Geamul laminat armat ondulat cu ondularea longitudinală (fig. 8.2).

Prezintă avantajul că lungimea plăcii folosite poate fi de 3—4 m. Fabricarea se face executînd după laminarea plăcii plane armate, conformarea longitudinală folosind două rulouri cu sprafetele exterioare ondulate care se rotesc sincron, obligînd banda de sticlă să ia o formă ondulată pe lățime. Banda astfel ondulată pe lungime curge continuu și se introduce în cuptoare de recoacere.

**8.2.4.3. Fabricarea geamurilor armate de tip profilat.** Se folosesc două procedee :

- cu secțiune deschisă ;
- cu secțiune închisă.

La geamul de tip profilat cu secțiune deschisă, după laminare se introduc lateral role de grafit sau oțel refractar obligînd ridicarea marginilor. De obicei, pe lățimea laminorului se execută simultan două benzi profilate. Lățimea tălpii profilului are 220 sau 400 mm.

În ultima perioadă procedeul s-a perfecționat. Cu dispozitive cu role de grafit se ridică pereții laterali ai profilului și apoi aceștia se rabat unul peste altul, obținîndu-se o secțiune dreptunghiulară închisă din sticla cu lățimea tălpii de 200 mm.

**Compoziția și calitățile sticlei folosite.** Sticla folosită trebuie să aibă caracteristici de prelucrare adecvate. Sticla laminată destinată șlefuirii trebuie să aibă o compoziție care să îi confere o duritate mai scăzută și să se preteze la o relaxare a tensiunilor cât mai bună.

De obicei rețetele folosite au următoarele compoziții oxidice :  $\text{SiO}_2$  — 72%;  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  — 1,2%; alcalii — 13%;  $\text{CaO}$  — 9%;  $\text{MgO}$  — 3%;  $\text{SO}_3$  — 0,5%;  $\text{BaO}$  — 0,5%. Uneori la aceste rețete se reduce cantitatea de oxid de magneziu și de aluminiu și se crește procentul de oxid de calciu.

Sticlele laminate armate sau laminate ornamentate au în general următoarea compoziție oxidică :  $\text{SiO}_2$  — 71,4%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 1,82%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 0,15%;  $\text{CaO}$  — 12%;  $\text{MgO}$  — 0,56%; alcalii — 14%.

**Performanțele sistemului.** Lățimile de bandă maxime atinse ajung la 4 m. Uzual lățimile se grupează astfel :

— la geamurile laminate ornamentate sau armate lățimile sînt de la 1 400 mm pînă la 2 500 mm ;

— la geamurile laminate destinate șlefuirii lățimile sînt de 1 800 ; 2 200 ; 2 500 ; 2 800 ; 3 200 ; 3 500 ; 4 000 mm.

Vitezele de laminare pot să ajungă la 5 m/min. Extracțiile de sticlă variază de la 80 pînă la 180 t/24 ore. Randamentul de fabricație ajunge pînă la 85%.

## Fabricarea geamurilor plane prin șlefuire și polizare

### 9.1. Generalități. Criterii de alegere a procedurii

Progresul tehnic și exigențele calitative ale consumatorilor au impus fabricației de sticlă plană sarcini de îmbunătățire continuă a calităților optice și mecanice ale sticlelor plane, paralel cu creșterea capacităților de producție. Sticla plană trasă, dar mai ales cea laminată nu mai satisface cerințele optice impuse în fabricarea oglinzilor, a vitrinelor elegante, a geamurilor securizate pentru autovehicule. Geamurile laminate, după tratamentul termic din cuptoarele de recoacere, au un aspect translucid, cu suprafața neregulată cu adăncituri și denivelări pe ambele suprafețe. Încă din perioada evului mediu, diverși specialiști au conceput un sistem de prelucrare a celor două suprafețe cu abrazivi în scopul de a le face perfect plane cu fețele paralele, folosind operația mecanică de înlăturare a unor straturi de sticlă prin uzura mecanică și apoi lustruirea suprafeței pînă cînd aceasta capătă transparența și luciul necesar fabricării oglinzilor. Operațiile se executau manual, cu un consum de muncă deosebit de mare, la o producție redusă foarte costisitoare. Odată cu dezvoltarea tehnică, pe aceleași principii operațiile au fost mecanizate și automatizate ajungîndu-se la liniile moderne din perioada anilor 1938—1954. Primele mecanizări au apărut în jurul anilor 1880 cînd au apărut mașini de șlefuit cu masa rotundă. Ele au fost înlocuite apoi cu cărucioare de șlefuit în jurul anilor 1924—1925. Primele instalații de șlefuire și polizare în flux continuu au început să lucreze în anii 1922.

În jurul anilor 1936—1937 în Anglia se pune în funcțiune o instalație de șlefuire și polizare continuă a ambelor fețe simultan, procedeul fiind cunoscut sub numele de „twin” generalizat apoi și aplicat în Franța între anii 1939—1940. În restul țărilor procedeul

a început să fie aplicat începînd din anul 1946, paralel cu perfecționarea lui. Astfel, în polizarea continuă apare la fabrica „Sambre“ procedeul cunoscut sub numele de „Duplex“, iar apoi în uzinele companiei Saint-Gobain procedeul de polizare „Jusant“.

Începînd din anul 1954, procedeul nu se mai dezvoltă, el fiind concurat de apariția pe scară industrială a procedeului de șlefuire prin „plutirea sticlei“ pe metal topit (float), procedeu care, deși nu asigură aceeași calitate, datorită costurilor mult mai scăzute și capacităților de producție mult mai mari, a început să înlocuiască treptat procedeul de șlefuire și polizare continuă.

Sub denumirea de șlefuire se definesc două operații distincte care totuși par a se confunda. Prima operație este șlefuirea propriuzisă care constă în înlăturarea tuturor denivelărilor și deformărilor de pe suprafața sticlei brute, folosind în acest sens, frecarea lichidă care apare între un disc de fontă în mișcare și suprafața sticlei. Lichidul folosit este o pulpă abrazivă de obicei din nisip și apă. A doua operație constă în prelucrarea fină a suprafeței pe aceleași principii, cu deosebirea că nisipul abraziv are fracțiuni granulometrice din ce în ce mai fine, aducînd suprafața la un aspect mat, aptă pentru operația de polizare. Această suprafață mată se prezintă la vedere ca o suprafață plană cu aspect satinat care difuzează lumina. Această suprafață groasă pînă la  $15\ \mu$  are aspectul unor înțepături și fisuri. Polizarea are ca scop înlăturarea acestei zone, obținerea unei suprafețe perfect lise și transparente. Polizarea constă în frecarea puternică a suprafeței cu un disc de pîslă alimentat continuu cu o soluție de oxid de fier sau ceriu în apă. Fenomenul este foarte lung și anevoios, realizîndu-se evaporarea continuă a soluției de oxid și reluarea fenomenului. Această operație este cunoscută și sub denumirea de polizare cu uscare succesivă.

### 9.1.1. Șlefuirea și polizarea sticlei plane.

#### Materialele folosite

**Clasificarea abrazivilor.** La șlefuirea geamurilor plane pot fi folosiți diverși abrazivi naturali sau sintetici. Cei mai utilizați sînt de obicei nisipul, granitul, granații naturali, corundul, electrocorundul, carbid-borul.

În procesul de șlefuire o deosebită importanță o are asigurarea sortului granulometric necesar. Stratul șlefuit, grosimea acestuia depind foarte mult de natura abrazivului și de sortul granulometric folosit. Se cunosc diferite materiale abrazive folosite în șlefuirea geamului. În general cu cît duritatea este mai ridicată, cantitatea de sticlă extrasă (erodată) este mai mare în aceleași condiții de lucru.

În fig. 9.1, c se prezintă rezultatele de laborator obținute folosind la șlefuirea aceleiași sticle, nisip, granat sau corund (electrocorund). Se vede că în aceleași condiții de granulație și presiune, nisipul are cea mai slabă eroziune, adâncimea stratului desprins fiind cea mai mică comparativ cu corundul și granatul.

Totuși, din motive economice, fiind cel mai ieftin și ușor de obținut, cele mai multe instalații au folosit și folosesc nisipul ca element de șlefuire. Nisipurile folosite trebuie să aibă o serie de calități care să le facă cât mai apte acestei utilizări. Din experiența instalațiilor în funcțiune, nisipurile recomandate au următoarele caracteristici :

— compoziția chimică  $\text{SiO}_2$  — 99,20% ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 0,30% ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 0,31% ;

— compoziția mineralogică — cuarț 97—98%, feldspat până la 1%, muscovit, clorit, minerale opace până la 1% ;

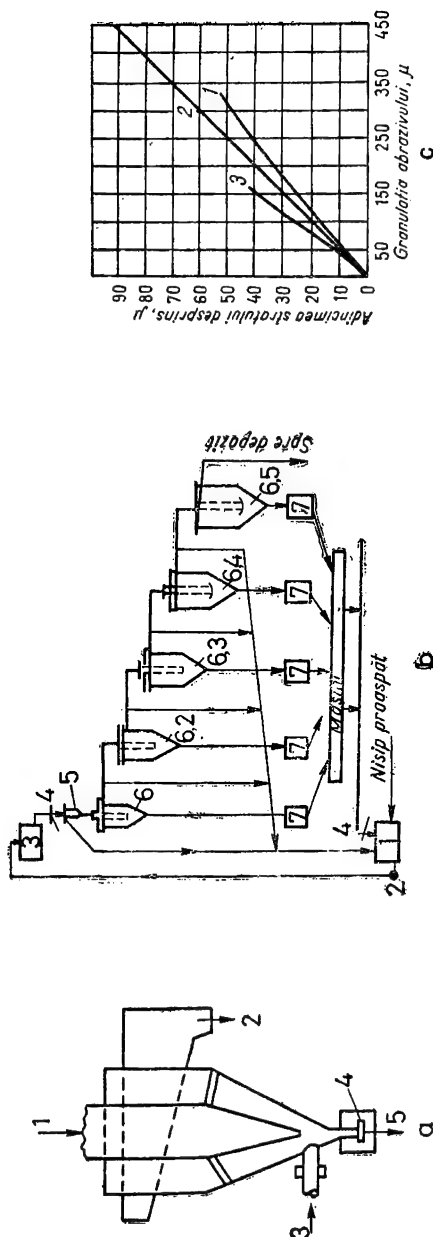


Fig. 9.1. Clasor conic (a) : 1 — pulpa ; 2 — fracțiune evacuată ; 3 — apă ; 4 — diafragmă ; 5 — fracțiunea de lucru ; b — schema clasificatorului vertical ; 1 — rezervor ; 2 — pompă ; 3 — rezervor superior ; 4 — sită ; 5 — dozator ; 6 — conuri de sedimentare ; 7 — concentrator ; c — adâncimea stratului desprins în funcție de abraziv ; 1 — nisip ; 2 — granat ; 3 — corund.

— suprafața granulelor trebuie să fie cît mai puțin lustruită, cu pelicule argiloase cît mai subțiri, dacă este posibil chiar inexistente ;

— bobul de nisip să nu prezinte fisuri și să aibă o structură cît mai rezistentă la compresiune.

Pentru a se putea realiza o șlefuire de calitate nisipul trebuie clasificat, separînd granulele pe grupe de diametre apropiate.

Această operație se poate executa în diferite moduri. Cea mai ușoară metodă este prin sitare, folosind diferite site. Amestecul de granule de nisip de diferite diametre este trecut pe diferite site din ce în ce mai dese (cu număr de ochiuri de trecere mai mare la aceeași unitate de suprafață). Granulele mai mari rămîn ca reziduu la fiecare sită.

Separarea pe sorturi de granule, folosind site, se caracterizează prin două elemente : productivitatea stării și eficacitatea acesteia.

Productivitatea sitării se definește prin cantitatea de nisip ce trece printr-un metru pătrat de sită în unitatea de timp ( $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{oră}$ ).

Eficacitatea unei sitări este raportul dintre greutatea fracțiunilor care au trecut prin sită și greutatea aceleiași fracțiuni din cantitatea de material supus sitării. Matematic ea se exprimă astfel :

$$E = 100 \cdot \frac{b(a - c)}{a(b - c)} \quad (9.1)$$

unde :  $E$  este eficacitatea sitării ;

- $a$  — conținutul de fracțiune fină care trece prin sita aleasă (teoretic) în starea inițială nesitată (în procente) ;
- $b$  — conținutul (cantitatea) de material care se regăsește din aceeași fracțiune în materialul care a trecut prin sită în procente ;
- $c$  — cantitatea de material de aceeași fracțiune care a rămas pe sită după operația de sitare.

În practica industrială clasificarea prin sitare nu este folosită, ea a rămas numai în practica de laborator. Industrial se folosește clasificarea hidraulică. Această clasificare nu dă aceeași precizie ca și clasificarea prin sitare, datorită unor factori perturbatori.

Clasificarea hidraulică se bazează pe faptul că viteza de separare a particulelor de nisip de diferite diametre este diferită.

Viteza de sedimentare se definește după legea lui Stocs :

$$v = \frac{g(\gamma_1 - \gamma_2)}{18 \eta} \mu d^2 \quad (9.2)$$



în care :  $v$  este viteza de sedimentare, în cm/s ;  
 $g$  — accelerația gravitațională, în cm/s<sup>2</sup> ;  
 $\gamma_1$  — greutatea specifică a particulei abrazive, în g/cm<sup>3</sup> ;  
 $\gamma_2$  — greutatea specifică a mediului dens, în g/cm<sup>3</sup> ;  
 $d$  — diametrul particulei care se depune, în cm ;  
 $\mu$  — coeficientul de viscozitate dinamică, în g/cm·s.

Legea lui Stocs este valabilă în domeniul de diametre cuprinse între 10 și 100  $\mu$  și dacă forma particulei este sferică. Aceste deziderate practic nu se întîlnesc și formula suferă o serie de corecții.

Clasificarea hidraulică se bazează pe depunerea abrazivului într-un mediu lichid (apa), care poate fi făcută pe verticală sau orizontală.

**Clasificarea verticală.** În clasificare elementul de bază este conul de clasificare prezentat în fig. 9.1, a. Pulpa conținând apă și nisip de o densitate cuprinsă între 1,1 și 1,3 g/cm<sup>3</sup>, se introduce pe la partea centrală. Frațiunea cea mai mare se depune prima și apoi în ordine descrescîndă următoarele fracțiuni. Frațiunile mai mici se evacuează prin partea superioară. La partea inferioară a conului se introduce un jet de apă curată, pentru a împiedica înfundarea acestuia.

Depunerea se evacuează către mașina de șlefuit printr-o diafragmă (orificiu) calibrat.

Clasificarea verticală continuă este prezentată în fig. 9.1, b. Nisipul proaspăt se introduce în rezervorul 1 de unde cu ajutorul pompei centrifugale 2 pulpa se introduce în rezervorul superior 3. De aici pulpa trece prin sita 4 și dozatorul 5. Reziduul de pe sita 4 curge înapoi în rezervorul 1 prin cădere liberă. De la dozatorul 5 pulpa cade în conurile de clasificare 6 dispuse în cascadă. În primul con de clasificare se separă cele mai grele fracțiuni. Apoi preaplinul cu fracțiuni mai fine se introduce în conul 6 și așa mai departe pînă la ultimul con în care vor ajunge fracțiunile cele mai fine.

Fracțiunile foarte fine inutilizabile se evacuează în gropi de șlam. Sub fiecare con se introduce un rezervor intermediar, concentrator 7 iar apoi de la fiecare concentrator pulpa se distribuie la grupe de mașini de șlefuit. Pulpa abrazivă după ce a fost folosită la șlefuire se evacuează din nou către rezervorul colector 1 după ce în prealabil a fost trecut prin sita de control unde se înlătură urmele de ghips, pilitură de fontă și alte impurități.

Conurile de sedimentare 6 au o formă conică la partea inferioară care se racordează la partea superioară cu un cilindru.

Rezolvările constructive ale acestor clasificatoare sînt foarte variate. Aceste clasificatoare prezintă dezavantajul unei funcționări



grupele de celule conținând fracțiuni granulometrice în anumite grupări apropiate ca diametre.

Din celule 15, prin diagramele 20 de reglare a debitului se alimentează mașinile de șlefuit 17. Din primele celule 14 se alimentează de obicei primele grupe de mașini pentru șlefuirea brută, iar apoi fiecare mașină se alimentează de la un grup de trei celule dispuse transversal.

După executarea șlefuirii pulpa rezultată se colectează și se reintroduce în buncărul 19. Pulpa care conține fracțiuni sub  $15\ \mu$  se evacuează la un depozit de nămol, nemaifiind utilă în procesul de șlefuire.

Debitul alimentat este diferențiat la fiecare mașină. De obicei primele mașini sînt alimentate cu un debit mai mare de pulpă abrazivă (35—40 l/min), iar aceasta scade treptat ajungînd la ultimele mașini la 12 l/min.

Uneori din motive de gabarit pentru a se evita ocuparea unui spațiu prea mare se poate executa clasorul din elemente dispuse paralel, între care se introduc pompe de legătură ce readuc pulpa în clasor. În acest caz crește puterea absorbită, iar clasorul devine foarte greu de condus ieșind foarte ușor din regimul normal de funcționare (stabil). Se recomandă ca suprafața liberă a acestuia să crească treptat, așa cum se arată în fig. 9.3. Această dispunere permite în prima parte a clasorului, viteze de deplasare a pulpei mai

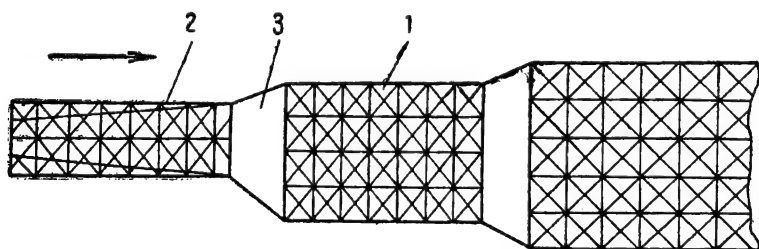


Fig. 9.3. Suprafața orizontală a clasorului :

1 — con de sedimentare ; 2 — partea din față ; 3 — zona de trecere.

mari, fapt ce nu va permite depunerea părților ușoare, acestea urmînd a fi depuse către părțile finale ale clasorului.

De obicei, în clasificarea cunoscută se obțin sorturi principale de nisipuri grupate după diametrul mediu al particulei de nisip. Modulul de trecere de la o fracțiune la alta este  $E = \sqrt{2}$ .

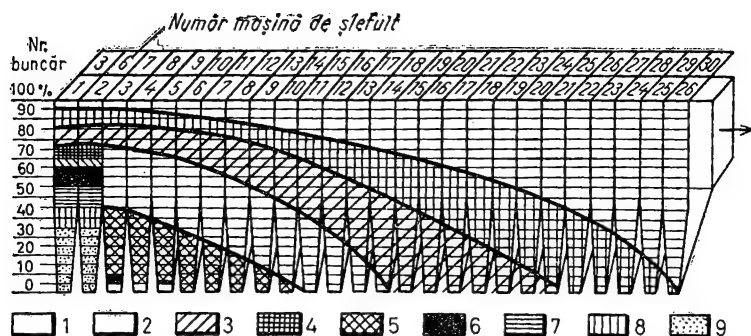


Fig. 9.4. Compoziția granulometrică a nisipului în buncărele clasificatorului continuu River-Ruj (S.U.A.):  
 1 — fracțiuni 0,02 mm ; 2 — 0,035—0,02 mm ; 3 — 0,043—0,035 ; 4 — 0,060—0,043 ; 5 — 0,073—0,060 ; 6 — 0,103—0,073 ; 7 — 0,145—0,103 ; 8 — 0,180—0,145 ; 9 — 0,170 mm.

La o funcționare corespunzătoare a clasorului, compoziția granulometrică trebuie să se prezinte ca cea din fig. 9.4. Se observă că în fiecare con s-au depus fracțiuni de granulații diferite dar apropiate în ordine descrescândă.

## 9.2. Tehnologia de șlefuire, factorii care intervin în procesul de șlefuire. Principiile de dimensionare a instalațiilor de șlefuit

Multă vreme tehnologia procesului de șlefuire a fost empirică neavînd la bază o analiză și o cercetare corespunzătoare. Abia în anii 1921—1922 Preston a publicat primele rezultate ale cercetărilor sale experimentale și de laborator, definind procesul.

Procesul de șlefuire a suprafeței sticlei se poate împărți în două etape distincte. Prima etapă este înlăturarea grosieră a sticlei în scopul obținerii planeității necesare și a paralelismului suprafețelor. Etapa a doua constă în șlefuirea fină menită a produce o suprafață cu asperitățile cît mai uniforme și cît mai mici, pregătind etapa de polizare. Finalul acțiunii de șlefuire este obținerea unei suprafețe mate cu asperități și rugozități cît mai mici, asperitatea medie fiind de 4—5  $\mu$ .

Dacă se urmărește procesul fizico-chimic de șlefuire se observă că odată cu începerea operației au loc următoarele faze :

— în prima fază, granulele de abraziv produc pe suprafața ce urmează a fi șlefuită niște crăpături de forma unor conuri cu vârful în jos, care pătrund către adîncimea sticlei și se măresc pe măsura creșterii presiunii. Odată cu creșterea presiunii, se produc spargeri de sticlă între aceste conuri și suprafața se degradează în totalitate ;

— odată cu punerea în mișcare a abrazivului și a discului de fontă începe a doua fază. Aceste adîncituri conice iau forma unor semisfere și pe întreaga suprafață iau naștere niște adîncituri inelare neconcentrice. Odată cu creșterea în continuare a presiunii pe suprafața sticlei apar curbe de uzură neparalele, de alura unor hiperbole. De acum fenomenul se succede în cascadă, sfărîmarea suprafeței fiind un proces în lanț. Pe suprafață apar adîncituri și striuri curbe sau drepte care pun în libertate fracțiuni de sticlă, desprinse în acest proces.

Aceste faze fac ca o parte din sticlă să fie înlăturată, iar pe suprafață să apară ieșituri și adîncituri, foarte dese care creează așa-numitul relief al suprafeței șlefuite.

După aceasta începe fenomenul de sfărîmare a particulelor de abraziv, apărînd acum o abraziune cu granule de diferite dimensiuni. Pe măsură ce intră în lucru particulele abrazive de dimensiuni din ce în ce mai mici, adînciturile și ieșiturile devin mai puțin proeminente dar mult mai dese. Procesul de șlefuire este influențat de mărimea granulelor abrazive, de cantitatea și natura acestora, de viteza de desfășurare a procesului.

În afara procesului mecanic un rol deosebit de important îl are și procesul fizico-chimic. În acest proces un rol deosebit îl are apa care îndepărtează produsele rezultate din șlefuire, răcește suprafețele în contact, dar totodată accelerează procesul de șlefuire. Din experiențele făcute s-a observat că dacă se înlocuiește apa cu alte lichide, procesul se încetinește. Apa pătrunde în microfisurile suprafeței, produce un fenomen de hidroliză superficială ce înlesnește procesul de dislocare a unor particule de sticlă și de obținere a unei suprafețe mate, uniform șlefuite de culoare alb-lăptoasă.

Procesul de șlefuire este legat de o serie de factori deosebit de importanți și anume :

- tipul abrazivului folosit și caracteristicile fizico-mecanice ale acestuia ;

- viteza de șlefuire și presiunea de lucru ;

- concentrația și cantitatea de suspensie abrazivă ;

- materialul din care este făcut discul de șlefuire și omogenitatea acestuia.

Eficiența șlefuirii se poate aprecia după cantitatea de sticlă extrasă în unitatea de timp de pe unitatea de suprafață. Ea se măsoară în  $\text{cm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$ .

### 9.2.1. Tipul abrazivului folosit și influența asupra regimului de șlefuire

În procesul șlefuirii un rol important îl are duritatea materialului abraziv. Dacă se compară diferitele materiale abrazive folosite cea mai mare duritate o are pulberea de diamant ( $10\,000 \text{ kg/mm}^2$ ) și cea mai mică nisipul ( $1\,000 \text{ kg/mm}^2$ ).

Atât granulația abrazivului cât și forma granulei joacă, de asemenea, un rol important. Granulele cele mai indicate sînt cele cu muchii tăioase și rezistență ridicată la strivire.

Calitatea procesului de șlefuire se apreciază cu ajutorul unor aparate de măsură de diferite tipuri. Cele mai frecvent întîlnite sînt microscopul comparativ de tipul „Meopt” dar mai ales profilometrele de tip Perth. O. Methers, Kalibr sau Somet. Microscopul comparator se bazează pe examinarea optică simultană a unui eșantion etalon cu un eșantion din suprafața prelucrată pe instalația considerată. Profilometrele sînt însă aparate mult mai utilizate, ele fiind și aparate înregistratoare. Ca principiu ele au un element de testare (un palpator) de diamant, sub forma unei piramide pătrate ce se apasă pe suprafața cercetată cu o presiunea variabilă de  $0,1\text{—}0,15 \text{ g/mm}^2$ .

Mărimea mecanică măsurată este transformată într-o mărime electrică (diferența de potențial) cu ajutorul unei punte electrice echilibrate. Măsurătorile la anumită scară se transpun pe diagrame de înregistrare. Aparatul trasează linia mediană  $M$  față de care se fac apoi măsurările. Aparatul de obicei măsoară cinci puncte cu cea mai mică adîncime și cinci cu cea mai mare adîncime.

Mărimea asperității se definește cu distanța medie a cinci măsurări în puncte cu cea mai mare adîncime și cinci măsurări cu cea mai mică adîncime.

Dacă mărimea asperității medii se notează cu  $R_z$  ea ar putea fi exprimată cu următoarea expresie :

$$R_z = \frac{(R_2 + R_4 + R_6 + R_8 + R_{10}) - (R_1 + R_3 + R_5 + R_7 + R_9)}{5} \quad (9.3)$$

Abaterea medie aritmetică față de linia mediană a profilului exprimat sau „profilometria“ suprafeței se exprimă cu următoarea formulă :

$$R_a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (9.4)$$

în care :  $i$  variază de la 1 pînă la  $n$ , iar

$y_i$  sînt distanțele punctelor măsurate față de linia medie a profilului examinat.

### 9.3. Tehnologia de polizare. Materiale folosite la polizare

Asupra procesului de polizare au existat diferite teorii, care în unele cazuri nu concordă în totalitate. Beilby în anul 1903, bazîndu-se pe unele cercetări microscopice ale suprafețelor polizate ale unor metale și cristale, a ajuns la concluzia că în procesul de polizare are loc o distrugere completă a rețelei cristaline, iar straturile superficiale care se formează sînt amorfe. Sub acțiunea granulelor pulberii de polizare are loc o topire a straturilor superficiale care dobîndesc proprietatea de a curge. Brüche E. și Poppa H. au ajuns la concluzia că așa-zisa curgere plastică a materialului se poate observa și în stadii mai timpurii ale prelucrării sticlei.

În anul 1937 I. V. Grebesnicikov a emis teoria polizării acordînd un rol deosebit proceselor fizico-chimice. Teoria lui se bazează pe următoarele teze :

a) toate sticlele silicatice intră în reacție cu apa foarte rapid, formîndu-se la suprafață o peliculă de acid silicic, care protejează sticla de distrugerea ei ulterioară. Grosimea acestei pelicule variază după compoziția sticlei în limitele 10—60 Å ;

b) această peliculă este susceptibilă la adsorbția particulelor coloidale și a electrolitilor, urmare a reacțiilor de schimb ;

c) oxidul de fier, utilizat la polizare este o substanță foarte dispersă, care are o mare capacitate de adsorbție față de ioni și particulele coloidale.

În principal polizarea sticlei plane ar decurge astfel :

Apa acționează asupra suprafeței șlefuite și o acoperă cu o peliculă superficială. Oxidul de fier este adsorbit de această peliculă, modificîndu-se prin aceasta rezistența la adeziune a peliculei față

de sticlă. Oxidul de fier, avînd și calitatea de a fi adsorbit la suprafața polizatorului joacă și rolul unei substanțe de legătură între polizator și sticlă. Polizatorul în mișcare desprinde pelicula protectoare de pe proeminențele rămase pe sticlă în urma șlefuirii, iar suprafața nou formată reacționează rapid cu apa reacoperindu-se cu o peliculă coloidală. Aceste procese repetîndu-se, primele părți complet polizate, vor fi punctele proeminente de la suprafața sticlei. Limita de exactitate a suprafeței polizate se extinde la 20 Å. În primele stadii ale polizării nu apar zgîrieturi vizibile. Dacă apa de polizare se înlocuiește cu alt lichid organic randamentul de polizare se reduce brusc. Viteza de polizare crește cu scăderea stabilității chimice a sticlei. S-a observat, de asemenea, că unele săruri accelerează polizarea unor tipuri de sticlă, iar altele încetinesc procesul. Acest lucru se explică prin particularitățile în modul de acțiune al diverșilor ioni asupra peliculei protectoare.

Eficiența procesului de polizare se apreciază după timpul necesar desfășurării procesului și grosimea (cantitatea) de sticlă extrasă în acest timp. (Se măsoară, de obicei, în numărul de microni extrași din grosimea sticlei în 30 min).

Procesul de polizare și eficiența acestuia depinde de o serie de factori deosebit de importanți și anume :

- calitatea soluției de polizare ;
- calitatea sticlei polizate ;
- presiunea de lucru a polizorului și turația acestuia ;
- concentrația și debitul de soluție de polizare ;
- materialul utilizat și calitățile acestuia ;
- caracterul soluției de polizare.

De obicei, ca agent de polizare se folosește trioxidul de fier  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Se mai pot folosi oxidul de ceriu cu efect superior în polizare sau oxidul de toriu. Uneori se poate folosi cu rezultat deosebit de bun un amestec de oxid de ceriu și oxid de toriu.

Din criterii de economicitate la majoritatea instalațiilor de polizare a sticlelor plane se folosește oxidul de fier. Rezultatul optim se obține dacă acesta are o granulație de la 0,7 la 0,8  $\mu$ . O importanță deosebită o are și compoziția chimică a sticlei și mai ales calitatea procesului anterior de șlefuire. De remarcat că odată cu scăderea conținutului de  $\text{SiO}_2$  din sticlă crește eficiența de polizare a sticlei.

De obicei creșterea presiunii de polizare și a vitezei de rotație a polizorului duc la creșterea eficienței și a calității suprafeței polizate. În polizarea sticlei plane presiunea de lucru ajunge la 200 gf/cm<sup>2</sup>, iar creșterea temperaturii pe suprafața sticlei accelerează fenomenul de polizare.



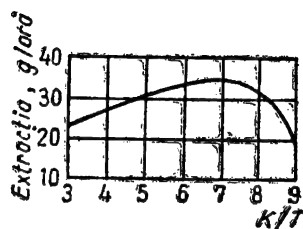


Fig. 9.5. Variația extracției de sticlă în funcție de concentrația soluției de polizare.

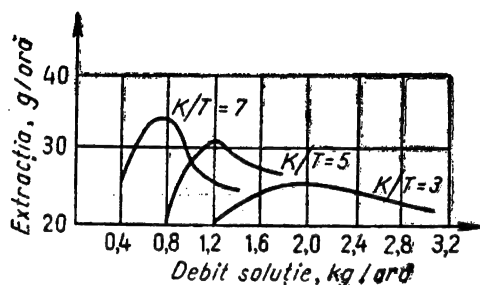


Fig. 9.6. Variația extracției prin polizare în funcție de debitul de soluție folosit.

Concentrația suspensiei este raportul dintre greutatea totală a suspensiei și greutatea materialului de polizare (dizolvat în apă)  $\alpha = \frac{k}{T}$ . De obicei rezultatele cele mai bune se obțin dacă această concentrație variază între 4 și 8.

Dacă  $\frac{k}{T} > 8$  se observă că eficiența procesului scade. Dacă procentul de apă este prea mare, temperatura suprafeței de sticlă scade și randamentul scade. Acestea se pot vedea din fig. 9.5.

În polizarea sticlelor plane pe conveiere continue se folosesc soluții de polizare de densități diferite. De obicei, la primele grupe pe mașini densitatea variază de la 1,1—1,2 g/cm<sup>3</sup> pentru ca apoi ea să scadă la ultimele grupe de mașini la o valoare cuprinsă între 1,02 și 1,05 g/cm<sup>3</sup>. Debitul de soluție este și el variabil în funcție de concentrație. În fig. 9.6 este dată variația extracției în procesul de polizare în funcție de concentrația și debitul de soluție folosit. Debitul optim se determină în funcție de concentrație, turație și presiunea polizorului, de presiunea de lucru și tipul de utilaj folosit în procesul de polizare.

Caracterul soluției de polizare influențează, de asemenea, eficiența procesului de polizare. După cum variază pH-ul suspensiei poate varia și eficiența procesului de polizare. Din fig. 9.7 se observă că la polizarea sticlelor plane pH-ul soluției este bine să fie cuprins între 3 și 9. Dacă este sub valoarea 3 sau mai mare decât 9 intensitatea procesului scade.

În scopul accelerării procesului se folosește introducerea de acceleratori în suspensia de trioxid de fier, denumite curent roșu

de polizare. Drept acceleratori se utilizează de obicei  $\text{FeSO}_4$  sau  $\text{ZnSO}_4$ . Aceste adaosuri se fac și ele în anumite limite deoarece se observă că fenomenul poate fi și încetinit de introducerea excesivă a acceleratoarelor. De obicei la sticla plană concentrația de sulfat de

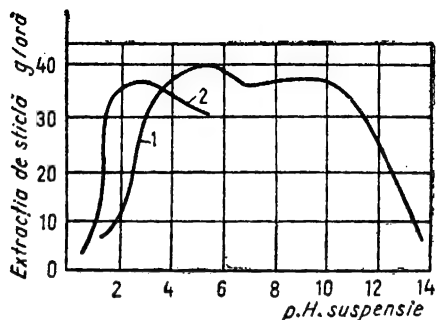


Fig. 9.7. Variația extracției de sticlă funcție de pH-ul suspensiei :  
1 — suspensie de hidroxid de fier ;  
2 — suspensie de oxid de ceriu.

fier introdusă variază între 0,1 și 0,14 g/l. Trebuie dată atenție deosebită și modului de preparare a acestor soluții, la transport și depozitare. Depozitarea prea îndelungată a soluției de polizare poate duce la fenomene dăunătoare și la efecte negative în procesul de polizare.

În fig. 9.8 este prezentată schema de principiu a unei instalații de preparare a soluției de polizare la o instalație în flux continuu. De remarcat faptul că soluția se recuperează, suspensia recuperată fiind refolosită ca avînd o capacitate de reacție sporită în procesul de polizare.

Se recomandă folosirea de apă demineralizată, iar rezervorul să aibă sistem de agitare și încălzire care să permită menținerea și folosirea corectă a soluției.

O atenție deosebită trebuie dată materialului cu care se execută polizarea. Cel mai frecvent folosită este pîsla animală sau pîsla combinată cu fire sintetice. La unele instalații, se introduce sulfatul de fier în soluție direct la mașinile de polizat fără a fi introdus în rezervorul cu soluție de bioxid de fier. Pîsla să fie executată cu fire animale groase în mediu de 0,1 mm, omogenă și uniformă, fără corpuri străine dure. Densitatea pîslei folosite este variabilă. De obicei la conveier la primele mașini se folosește o pîslă cu densitatea cuprinsă între 420 și 450 g/dm<sup>3</sup>, la grupul din mijloc de 400—420 g/dm<sup>3</sup>, iar la partea finală 380—400 g/dm<sup>3</sup>. Foaia se așază de obicei pe un pat elastic din ipsos sau postav, suport (molton catifelat). Se recomandă cu precădere ca la polizare să se folosească molton ca suport deoarece se adaptează mai bine la regimul termic de polizare

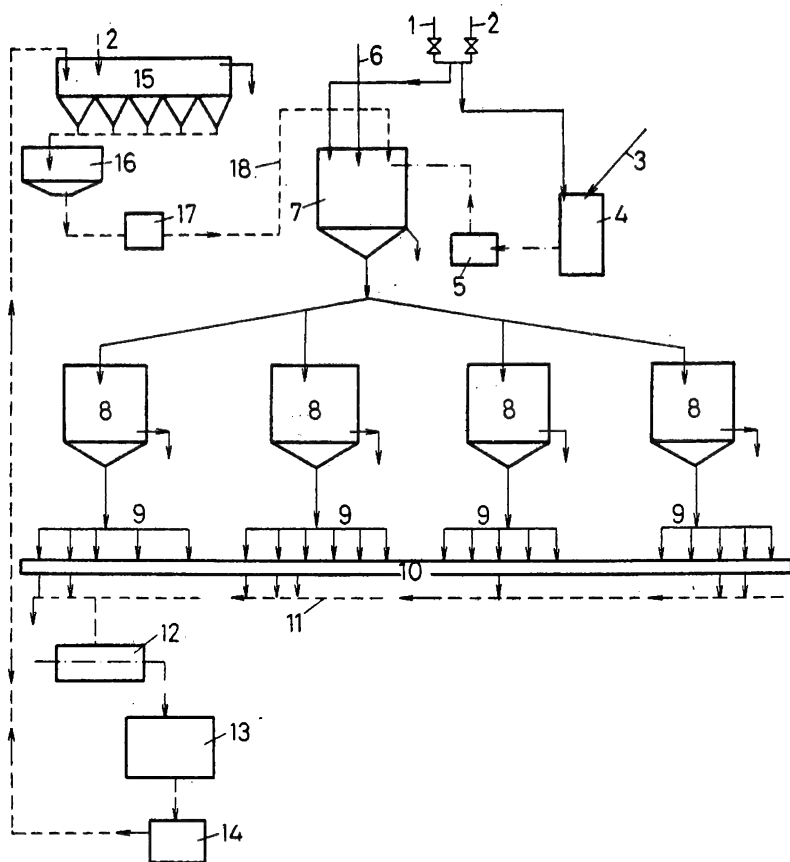


Fig. 9.8. Schema de lucru pentru instalație industrială de preparare a soluției de polizare cu trioxid de fier :

1 — conductă apă demineralizată caldă ; 2 — conductă apă demineralizată rece ; 3 — introducere sulfat de fier ; 4 — rezervor încălzit, sulfat de fier ; 5 — stație de pompare ; 6 — introducere trioxid de fier ; 7 — rezervor agitator ; 8 — rezervor agitator distribuitoare ; 9 — distribuție suspensie ; 10 — mașini de polizat ; 11 — colectoare soluție uzată ; 12 — sită ; 13 — bazin colector ; 14 — stație de pompare ; 15 — clasă continuu ; 16 — bazin suspensie recuperată ; 17 — stație de pompe ; 18 — soluție recuperată.

și conferă condiții mai bune de elasticitate. La mașinile individuale se folosesc de obicei pisle cu densitatea cuprinsă între 360 și 380 g/dm<sup>3</sup>.

În ultimul tip s-a început folosirea a 40% fire din poliesteri (kapron) și 60% fire animale, eficacitatea procesului de polizare

crescînd cu pînă la 12%. Trebuie dată o atenție deosebită și preciziei dimensionale a discurilor de polizare și curățirii acestora în timpul lucrului. În ultimul timp se întrebuintează discuri de polizare executate integral din fire artificiale.

## **9.4. Instalații și utilaje folosite la fabricarea geamurilor șlefuite și polizate**

### **9.4.1. Instalații și utilaje individuale de șlefuire și polizare**

Mașinile individuale sînt de două feluri :

- mașini la care atît masa susținătoare cît și discul de șlefuire au mișcări de rotație în planuri orizontale ;

- mașini de șlefuit unde masa susținătoare execută o mișcare rectilinie alternativă, iar discul de șlefuire are o mișcare de rotație în jurul unei axe verticale.

Primul tip de mașină este cel dintîi care a fost folosit. Foaia de sticlă se lipește cu ȳpsos pe masa inferioară susținătoare. Se lasă discul superior pînă vine în contact cu sticla, se introduce pulpa de șlefuire și se pune în mișcare în sensuri inverse de rotație discurile de abraziune simultan cu discul susținător. Se introduc pe rînd diferitele sorturi granulometrice de nisip pînă se obține suprafața șlefuită cu rugozitatea dorită.

Acest tip de mașină a fost foarte mult timp folosit, atîta vreme cît grosimea sticlei plane avea toleranțe mari. Aceste instalații însă de gabarite foarte mari și productivitate scăzută a fost abandonate treptat în favoarea celor de al doilea tip de mașini la care se obține productivitate superioară și abateri dimensionale mai mici.

Foaia de sticlă plană prinsă pe o masă orizontală execută o mișcare rectilinie alternativă (du-te-vino) iar discul de șlefuit din fontă cu presiunea pe suprafața sticlei reglabilă are o mișcare de rotație în jurul axei verticale. Tipul reprezentativ al acestor mașini este prezentat în fig. 9.9.

Caracteristicile principale ale acestei mașini sînt prezentate în tabelul 9.1.

Mașina prezentată în fig. 9.6 cuprinde batiul 1 și consola 3. Masa 2 glisează în glisierele 17. Discul de șlefuire 19 este susținut de arborele vertical 4 și capul de prindere 7.

Prin intermediul mecanismului cu șurub roată melcată 8 dispozitivul 6—7 permite lăsarea sau ridicarea cu comandă manuală a

discului 19. Arborele 4 este pus în mișcare de rotație și prin aceasta se rotește discul 19 cu ajutorul angrenajului de roți dințate conice 9. Arborele 5 este pus în mișcare de rotație prin transmisia cu curele de la motorul de antrenare 14.

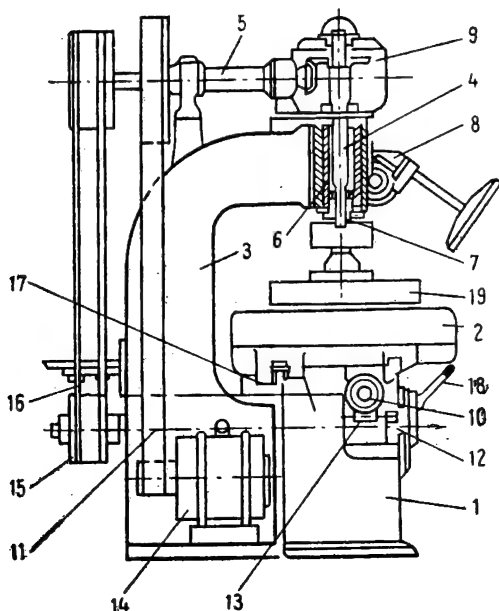


Fig. 9.9. Mașina individuală de șlefuit tip SPS 4.

Tabelul 9.1

**Caracteristicile principale ale mașinii individuale de șlefuit**

Dimensiunile mesei	Lungimea 2 100 mm
Cursa mesei	Lățimea 670 mm
Viteza mesei	1 600 mm
Numărul de rotații ale capului de șlefuire	0,86—2,8 m/min
Diametrul discului de șlefuire	100—120 ro/min
Diametrul discului de polizare	850 mm × 1
Numărul de discuri de polizare	400 mm × 3
Dimensiunile foii prelucrate	3
Puterea instalată	2 000 × 650 mm
Greutatea mașinii	6,8 kW
	5,2 t

Mișcarea mesei 2 în glisierile 17 este produsă de mecanismul cu șurub 10 pus în mișcare de arborele 11 și angrenajul cu roți cilindrice 12. Arborele 11 este antrenat de șaiba 15 care este pusă în mișcare de rotație de la arborele 5 prin transmisia 16. Același motor 14 acționează atât masa cât și capul de șlefuire. Maneta 18 permite schimbarea vitezei de deplasare a mesei 2.

Discul de șlefuire este executat dintr-un suport de care se solidarizează prin buloane un disc de fontă compus din mai multe părți. Fonta trebuie să fie cât mai omogenă și cu duritate constantă cuprinsă între 180 și 220 HB fără incluziuni dure sau goluri.

După terminarea operației de șlefuire, mașina permite înlocuirea capului de șlefuire cu un cap de polizare. În acest caz se montează trei discuri de polizare libere în jurul axei proprii de rotație dar puse în mișcare de la un arbore central. Presiunea de lucru se reglează pe cale manuală și ea diferă după granulația nisipului folosit și faza de lucru. Mașina este alimentată de la un clator de nisip cu pulpe abrazive de diferite granulații începînd de la granulele de 300  $\mu$  și ajungînd pînă la 18—20  $\mu$ . Mașina execută succesiv toate fazele operației de șlefuire și apoi de polizare. Producția lor este destul de scăzută — pînă la 200 m<sup>2</sup>/24 ore.

La mașinile modernizate presiunea discului de șlefuit se reglează pe cale hidraulică sau pneumatică. La șlefuire se folosește o presiune pînă la 110 gf/cm<sup>2</sup> iar la polizare pînă la 300 g/cm<sup>2</sup>. Odată cu perfecționarea tehnologiilor de fabricație și cu creșterea necesarului de geamuri șlefuite, mașinile individuale au fost abandonate. Astăzi se mai folosesc în operații de suprafinisare sau la producerea de geamuri șlefuite subțiri, 3—4 mm, care se obțin cu randament scăzut pe alte instalații de mare productivitate.

#### **9.4.2. Instalații și utilaje pentru linii continue de șlefuire și polizare (conveiere)**

Pentru obținerea unor producții sporite, fiecare fază a operației de șlefuire și polizare este executată de o mașină sau de un grup de mașini, dispuse în flux în ordinea cerută de fazele operației. Mașinile sînt dispuse în flux continuu, deservite de un transportor comun, care are o viteză impusă de tehnologia de șlefuire și polizare adoptată. Instalațiile sînt comune, ele asigurînd la fiecare grup de mașini necesarul de pulpă de nisip sau roșu de polizare la caracteristicile cerute de faza care se execută.

**9.4.2.1. Instalații de șlefuire și polizare continuă pe o singură față D.P.C. (Doucic-polie-continue).** Acest tip de instalații a apărut în fabricația europeană în perioada anilor 1922—1923. Schema unei ase-

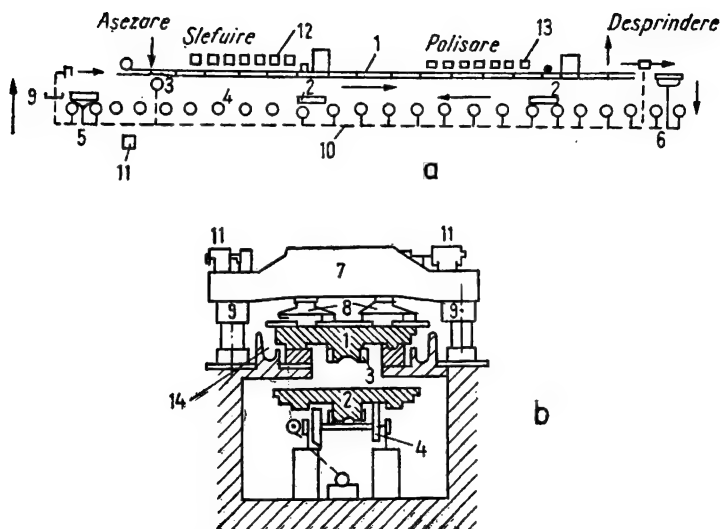


Fig. 9.10. Schema de funcționare a unei linii continue de șlefuire-polizare pe o față (a). Schema conveierului de șlefuire-polizare cu două linii pentru o singură suprafață (b).  
 1 — tren de mese în lucru ; 2 — masă în retur ; 3 — pinion de atac al cremalierii de la masă ; 4 — galet ; 5 — ascensor ; 6 — descensor ; 7 — batii mașină ; 8 — acționare și disc de polizare ; 9 — suport batiu ; 10 — arbore de comandă ; 11 — motoare de antrenare ; 12 — mașini de șlefuit ; 13 — mașini de polizat.

menea instalației este prezentată în fig. 9.10, a și se compune dintr-un tren de mese metalice 1 care se deplasează pe orizontală pe glisieri metalice fine paralele, similare unei șine duble de cale ferată. Fiecare masă are la partea inferioară o cremalieră care primește mișcarea de la pinionul de atac 3. Mesele se așază una lângă alta și se împing de la stînga către dreapta, prima masă împingînd tot acest tren de mese. Foaia de geam plan se așază pe suprafața superioară a mesei 1 și se lipește fie cu ajutorul unei paste de ipsos sau cu ajutorul unei suprafețe de rugozitate mare (postav suport-molton). Ea este deplasată continuu pe sub grupul de mașini de șlefuit 12 fiecare mașină executînd o fază a procesului de șlefuire. Grupul de mașini de șlefuit este alimentat continuu cu nisip de un clasor de tipul celor descrise anterior (fig. 9.4) și care permite alimentarea diferențiată a fiecărei mașini sau grupă de mașini după faza ce o execută. Pulpă abrazivă folosită este colectată în jgheaburile colectoare 14 și reintrodusă după o cernere prealabilă în clasor. Procesul de șlefuire produce sfărîmarea granulelor de nisip care apoi se clasează

pe sorturi granulometrice. Ansamblul mașini de șlefuit-clasor lucrează continuu, pe această cale obținându-se fracțiunile granulometrice necesare. După terminarea operației de șlefuire urmează operația de polizare efectuată de grupul de mașini 13, fiecare grup de două, trei mașini executând o anumită fază a operației de polizare. După terminarea operației de polizare foaia de geam este desprinsă cu ajutorul unui dispozitiv de ventuze și transportată la o mașină de spălat, după care se așază pe un suport de metal (cărucior) urmînd ca apoi să fie reînceput procesul de șlefuire-polizare pentru fața a doua (inferioară). Masa metalică se desprinde din tren și, printr-un descensor 6, coboară într-un tunel de retur, unde masa 2 se deplasează pe galeții 4 pînă la partea de începere unde un ascensor 5 o readuce în circuitul de lucru.

Mașinile de polizat sînt alimentate de la o instalație comună care alimentează fiecare grup de mașini cu lichidul de polizare la caracteristicile cerute de faza de lucru ce o execută mașina de polizat (v. fig. 9.8). Lichidul de polizare uzat se colectează în colectoarele 14 de unde se dirijează la instalația de recuperare și reintroducerea în circuitul de lucru.

Acest tip de instalație are următoarele caracteristici :

- lățimea mesei 1,2—3 m ;
- lungimea mesei 2,5—5 m ;
- viteza de deplasare 2—5 m/min ;
- grosimea sticlei șlefuit 4—18 mm ;
- producția fizică 800 000—2 000 000 m<sup>2</sup> efectivi/an.

Procedul este deosebit de pretențios, acest tip de instalații avînd în principal următoarele inconveniente :

— producția redusă, datorită faptului că foaia trebuie prelucrată succesiv pe ambele părți — cursa de întoarcere a foi fiind în gol ;

— armonizarea greoaie a celor două operații principale, șlefuirea și polizarea, pentru diferite grosimi de sticlă ;

— procent ridicat de spargeră la șlefuire, ceea ce ar duce la scăderea randamentului la polizare și scăderea calității suprafeței ;

— toleranțe de grosime ridicate ;

— manipulări greoaie.

Din aceste considerente acest tip de instalații a fost perfecționat, așa cum se arată în fig. 9.11, a.

Foaia de sticlă tăiată la dimensiunile mesei de susținere se alimentează prin transportorul 1. Dispozitivul de ventuze 2 ia foaia de sticlă de pe transportorul 1 și o depune pe transportorul 16. În porțiunea 15 foaia se lipește cu ipsos sau molton. Foaia este apoi transportată pe sub mașinile de șlefuit 3 (30 de mașini) apoi pe sub două



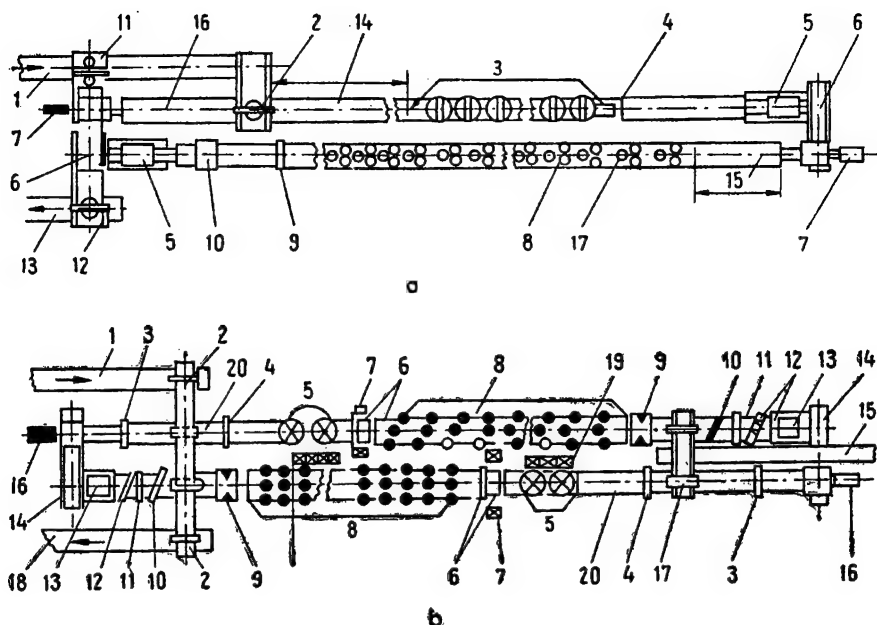


Fig. 9.11. Schema conveierului cu două linii pentru o singură suprafață (a):

1 — transportor; 2 — dispozitiv cu ventuze; 3 — mașini de șlefuit; 4 — mașina de spălat; 5 — accelerator; 6 — transportor; 7 — împingător; 8 — mașini de polizat; 9 — dispozitiv de curățire; 10 — dispozitiv de desprindere; 11 — dispozitiv cu ventuze; 12 — dispozitiv cu ventuze; 13 — transportor; 14—15 — zonă de așezare foaie; 16 — conveier cu tren de mese; 17 — zona de polizare. b — schema conveierului continuu cu două linii paralele (Vedere în plan): 1 — transportor de sticlă brută; 2 — transportor cu ventuze; 3 — dispozitiv de așezare molton; 4 — valț de presare; 5 — grup de mașini de șlefuit; 6 — prelucrare și spălare foaie; 7 — control; 8 — zonă de polizare; 9 — dispozitiv de desprindere foaie; 10 — curățire molton; 11 — rulare molton; 12 — curățirea mesei de gips; 13 — accelerator, deplasare mese; 14 — transbordor mese; 15 — transportor — foi de sticlă; 16 — împingător pneumatic; 17 — transportor cu ventuze; 18 — transportor evacuare produs finit; 19 — clasificator de nisip; 20 — tren de mese.

sisteme de perii de curățire. După aceea masa cu foaia de geam este transportată cu acceleratorul 5 la transbordorul 6 și reintrodusă în conveierul de polizare 17. Împingătorul 7 reintroduce masa în circuitul continuu, iar în zona 15 se pregătește foaia pentru polizare. Urmează apoi zona de polizare 17 (55 de mașini), dispozitivul de curățire 9, mecanismul de desprindere a foii 11, acceleratorul 5. Foaia de sticlă este dusă cu dispozitivul de ventuze 11 răbățută și reintrodusă în circuit prin transportorul 1 și dispozitivul cu ventuze 2. Masa metalică este luată de transbordorul 6 și reintrodusă în conveierul 16 cu ajutorul împingătorului 7. După ce fața a doua suportă ciclul de

șlefuire și polizare, foaia gata prelucrată pe ambele fețe se evacuează cu dispozitivul de ventuze 12 la transportorul 13 care evacuează foile la o mașină de spălat și de aici la sortare, tăiere și ambalare.

Prinderea foilor se face fie pe un pat de gips, cu timpul de priză controlat sau pe molton catifelat și numai marginile se prind cu gips. Moltonul se desfășoară pe toată lungimea conveierului sau se lipește individual stratul de molton pe câte o masă. Lățimea de foaie maximă este 3 m, grosimea sticlei șlefuite 4 mm până la 18 mm. Capacitatea de producție ajunge până la 2 000 000 m<sup>2</sup> efectivi/an la un număr de 300 zile lucrătoare pe an.

În ultima perioadă s-a executat primul conveier cu funcționare continuă, compus din două linii paralele, fiecare linie executând toate operațiile de șlefuire și polizare pentru o față.

Schema de principiu a unei asemenea instalații este prezentată în fig. 9.11, b.

Foaia de geam plan se alimentează prin transportorul 1 la capătul căruia un dispozitiv cu ventuze 2 preia foaia și o transportă până la trenul de mese 20. Pe aceste mese prin dispozitivul 3 se așază un covor continuu din postav suport (molton catifelat). Bobina de postav se derulează așternind pe lățimea mesei acest suport. Foaia lăsată de dispozitivul de transport 2 se așază și apoi avansează odată cu trenul de mese subruloul compresor 4 care realizează o aderare perfectă între sticlă și suport, după care foaia este dusă sub grupul de mașini de șlefuit 5, de obicei 30 bucăți alimentate cu nisip abraziv de la clatorul 19. După terminarea acestei operații foaia se spală la mașină 7 cu apa caldă și totodată aici se rectifică eventualele colțuri lovite și se completează cu gips eventualele goluri. Foaia astfel pregătită în mers se introduce sub grupul de mașini de polizat 8 compus de obicei din 48 mașini de polizat, fiecare grup executând succesele fazele operației de polizare.

După terminarea operației de polizare foaia se desprinde cu dispozitivul de desprindere 9 de pe suport. Dispozitivul de desprindere constă din role libere care se introduc între postav și foaie și se rotesc realizând această desprindere din ambele părți. Foaia este apoi luată de dispozitivul cu ventuze 17 care o rabate și o așază apoi pe terenul de mese 20 pe care a fost așezată prin derulare o suprafață de molton. Masa folosită la șlefuire este spălată cu dispozitivul cu perii 12 apoi i se imprimă o mișcare accelerată, preluată cu transbordorul 14 și reintrodusă în circuitul 20 cu ajutorul împingătorului pneumatic 16. Se prevede și transportorul de foi intermediar 15 care este folosit fie la evacuarea unor foi sparte spre concasare fie la alimentarea cu foi rezervă a liniei de șlefuire și polizare. Foaia de geam așezată din nou pe trenul de mese 20 su-

poartă aceleași operații de șlefuire și polizare a celei de a doua fețe în mod similar ca la cealaltă suprafață pe subgrupul de mașini de șlefuit 5 și polizat 8. Cele două ramuri ale instalației sînt identice numai regimul tehnologic ales puțin diferențiat ca regim de presiuni, debite de pulpe de șlefuire diferite și regim de polizare.

Foaia de sticlă cu ambele fețe prelucrate este desprinsă cu dispozitivul 9, prelucrată apoi cu dispozitivul 2 și evacuată către un conveier de control prin transportorul 18. Masa își continuă mișcarea de translație, se spală de gips, moltonul se rulează pe tamburul de înfășurare, apoi i se imprimă o mișcare accelerată și transbordată cu transbordorul 14 la trenul de mese 20 al primei ramuri, reintrînd în fluxul de fabricație.

Aceste instalații sînt prevăzute cu grupuri de acționare pentru fiecare ramură cu dispozitive de sincronizare și de reglare ale vitezelor de avans.

Mesele din fontă prelucrată au la partea inferioară o cremalieră prin care un pinion de atac le pune în mișcare la capătul trenului. Prima masă acționată, devine împingătoare pentru tot trenul în mișcare de avans.

Mesele se deplasează pe șine de glisaj, frecarea de alunecare fiind diminuată prin prezența în permanență, între cele două suprafețe în contact, a unui film de ulei de viscozitate determinată. Fiecare ramură la grupul de mașini de polizat 8 este prevăzută cu o instalație de preparare a soluției de oxid de fier și de alimentare cu debite diferențiate a mașinilor de polizat. Aceste tipuri de instalații de mare productivitate au o inerție deosebită în schimbarea sortimentului de grosimi, operațiile de șlefuire și polizare fiind perfect sincronizate și corect dimensionate.

Vitezele de deplasare se pot varia în funcție de cerințele impuse de tehnologia adoptată, grupul de acționare permițînd acest lucru în game destul de mari de viteză. Asemenea instalații pot produce pînă la 4 000 000 m<sup>2</sup> producție efectivă pe ambele fețe pe an în grosimi de la 4 la 16 mm.

Mașinile de șlefuit și polizat sînt apropiate în concepție de cele individuale, cu anumite adaptări dictate de poziționarea lor în fluxul tehnologic.

Caracteristicile principale ale unor asemenea tipuri de instalații sînt prezentate în continuare în tabelul 9.2 la două instalații de fabricație sovietică tipul ȘS 500 și ȘS 1 000.

La unele tipuri de conveiere s-a folosit la primele mașini de șlefuit o combinație de mișcări în sensul că întreaga mașină are o mișcare rectilinie alternativă, deplasarea fiind perpendiculară pe

Conveiere de șlefuire tip SS500, SS1000. Caracteristici tehnice principale

	SS 500	SS 1000
Viteza de deplasare a meselor, m/min	1—3	0,8—2,5
Lungimea unei ramuri, m	174	210
Numărul de mașini de șlefuit, buc.	31	60 (30 pe o ramură)
Numărul de discuri de șlefuit la o mașină, buc	1	3
Diametrul discului de șlefuire, mm	2 020	1 000
Turația discului de șlefuire, m/min	6,6 ; 7,3 ; 8,1 ;	5, 6, 7,
Presiunea discului de șlefuire pe foaia de șlefuit, gf/cm <sup>2</sup>	la 250	până la 250
Greutatea unei mașini, t	6,88	15,9
Numărul de mașini de polizat, buc.	55	90 (45 de o ramură)
Numărul de discuri de polizoare la o mașină	1	3
Turația discului de polizare, rot/min	—	2,2 ; 2,5 ; 3
Presiunea discului de polizare pe suprafața sticlei, gf/cm <sup>2</sup>	30—70	până la 90
Puterea motoarelor folosite		
mașina de șlefuit, kW	15	14
mașina de polizat, kW	25,5	20
Grosimea sticlei extrase pe fiecare parte, mm	0,6—0,7	0,7—0,8

sensul de avans al foi de geam, iar discul de șlefuire își execută mișcarea de rotație.

Regimul de lucru și debitele se diferențiază după fiecare instalație, ele jucând un rol deosebit de important. Spre exemplificare se dau în continuare parametrii tehnologici folosiți la un conveier de tip SS 500 (tabelul 9.3).

Atunci când se dorește o accelerare a procesului de polizare la ultimele mașini de polizat se introduce ca pastă de lustruire o pastă pe bază de oxid de ceriu în soluție puțin acidă.

**9.4.2.2. Instalații (conveiere) de șlefuire și polizare simultană a ambelor fețe (twin-duplex).** Conveierele de șlefuire-polizare descrise anterior aveau dezavantajul că lungimea foi este limitată la 5 m. Foile trebuie să fie tăiate înainte de a se începe procesul de șlefuire și polizare. În paralel faptul că se executau toate operațiile numai la o față și apoi operația se repeta pe fața interioară erau inconveniente care au fost înlăturate odată cu apariția sistemului de șlefuire și polizare simultană a ambelor suprafețe pe linii continue, cunoscut sub denumirea de twin-duplex sau twin-jusant.

Conveier de șlefuire. Parametrii tehnologici principali folosiți

Număr mașină	Presiunea de lucru	Debit de pulpă abrazivă
<b>Mașini de șlefuit</b>	<b>gt/cm<sup>2</sup></b>	<b>l/min</b>
1	50	35—40
2	100	35—40
3	150	35—40
4	200	35—40
5—19	250	35—40
19—30	250	12
<b>Mașini de polizat</b>		<b>cm<sup>2</sup>/min</b>
1	120	300
2	120	250
3	120	250
4—7	120	200
8—10	120	170
11—14	120	120
14—16	120	100
17—21	120	70
21—26	120	60
25—33	120	50

**Schema de principiu în funcționarea unei asemenea instalații este prezentată în fig. 9.12.**

Sticla topită în cuptorul 1 se laminează prin mașina de laminat 2 și se recoace în cuptorul 3. Foaia de sticlă ca un covor continuu se introduce în grupul de mașini de șlefuit 4 după care se introduce la un alt conveier de polizare simultană continuă a ambelor fețe. Mașina de șlefuit este arătată în fig. 9.12, b. Foaia de sticlă continuă se introduce între discurile de șlefuire pe ambele fețe ale mașinii, discurile avînd presiunea diferențiată după poziția de lucru. Materiale abrazive folosite sînt aceleași, indicate la celelalte tipuri de conveiere. După executarea șlefuirii foile de sticlă pot fi tăiate pe lungimi de la 4 la 6 m după mărimea conveierului de polizare și polizate pe ambele fețe după procedee descrise anterior. Procedeeul „duplex” constă în executarea unor mașini compuse în principiu din două grinzi una superioară și una inferioară care susțin fiecare două capete de acționare cu doi arbori. Acești arbori acționează cu ajutorul unor sisteme de mișcare cu excentric, două patine de polizare de secțiune dreptunghiulară. Cele două grinzi susținătoare au o ușoară mișcare de du-te-vino, perpendiculară pe mișcarea de avans

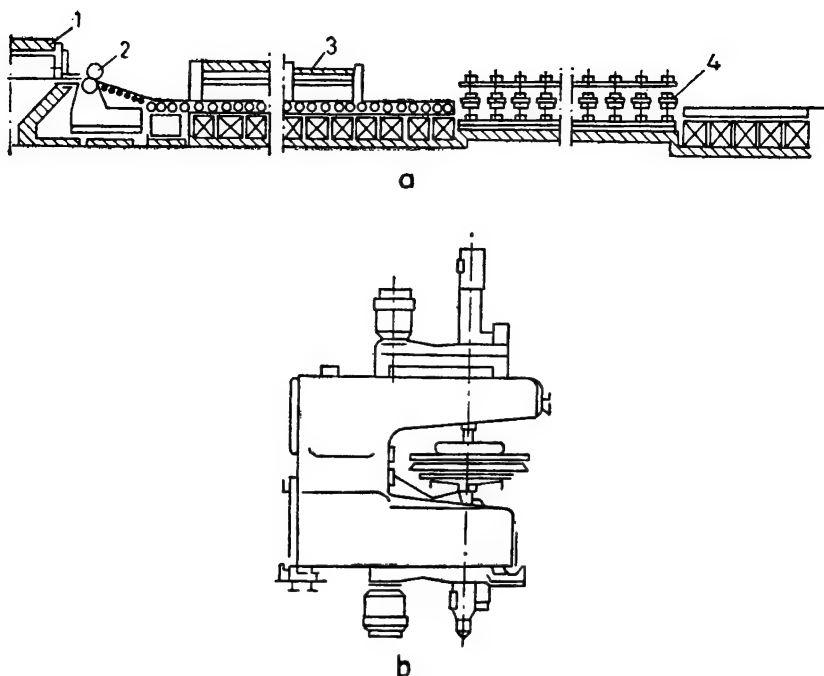


Fig. 9.12. Schema liniei de șlefuire continuă simultană a ambelor fețe:  
 a — secțiune longitudinală; b — mașina de șlefuit — secțiune transversală;  
 1 — cuptor de topire; 2 — laminor; 3 — cuptor de recoacere; 4 — linie de șlefuire continuă a ambelor fețe.

a foi de sticlă. Procedul constă în așezarea unor asemenea mașini în flux neîntrerupt. Foaia continuă de sticlă avansează de la o mașină la alta, fiecare mașină făcând faza respectivă care îi revine din cadrul operației de polizare.

Procedul jasant a fost pus la punct de Compania Saint-Gobain în perioada 1960—1962. Procedul permite polizarea continuă a ambelor suprafețe la o foaie continuă de sticlă rezultată dintr-o șlefuire continuă de tip „twain”. În acest procedeu platourile de polizare așezate pe ambele părți ale foi în deplasare sint executate dintr-un aliaj ușor și acoperite cu o pîslă cu nervuri. Mărimea platourilor de polizare este concepută de așa natură încît să aibă lățimea egală cu lățimea foilor de polizat și lungimea  $1/3$  din lățimea platoului. Platourile execută o translație circulară cu o amplitudine de circa 16 mm și cu o viteză deosebit de mare, 600 rot/min. Presiunea de lucru utilizată este de aproximativ  $50 \text{ kgf/dm}^2$ , foarte mult în com-

parație cu procedeele clasice, cu o alimentare foarte abundentă de soluție de polizare, fapt ce împiedică supraîncălzirea suprafeței polizate.

Mașinile se așază în flux continuu, între mașini existînd un sistem de rulouri purtătoare și împingătoare care alimentează continuu mașinile de polizat cu banda continuă de sticlă. Fiecare mașină are putere instalată de circa 400 kW, cumulată de la 8 motoare de aproximativ 50 kW. Cu șase asemenea mașini de polizat se obține o producție de 650 m<sup>2</sup>/oră de o calitate superioară, ceea ce revine la un consum specific de energie de 3,5 kWh/m<sup>2</sup> (Glacierie de Chantereine — Franța). O asemenea instalație de twin-jusant poate produce lunar 300 000 m<sup>2</sup>. Durata de șlefuire pentru ambele fețe este de 9 min iar de polizare 5 min pentru 1 m<sup>2</sup> de geam. Durata totală de șlefuire-polizare pentru 1 m<sup>2</sup> este de 14 min. Consumurile specifice realizate comparativ cu procedee de șlefuire și polizare continuă sînt cele arătate în tabelul 9.4.

Tabelul 9.4

Consumuri specifice realizate la instalația de șlefuire-polizare

Consumi specifici	Procedeele de șlefuire — polizare continuu	Procedeele twin — jusant
Nisip de abraziune, kg/m <sup>2</sup>	38	10
Fontă pentru șlefuire, g/m <sup>2</sup>	550	200
Soluție de polizare (roșu de polizare), g/m <sup>2</sup>	330	80
Energie electrică, kWh/m <sup>2</sup>	13	6,00
Consum de timp de lucru, min/m <sup>2</sup>	29,12	4,40

## 9.5. Elemente de calcul la instalațiile de șlefuire și polizare

De obicei în proiectarea și dimensionarea instalațiilor de șlefuire și polizare se pleacă de la criterii de similitudine față de instalațiile în funcțiune, de la încercări de laborator care să ateste calitățile de abraziune și lustruire a materialelor folosite. Totuși se verifică prin calcul viteza de lucru a conveierului, numărul de mașini de șlefuit și polizat. Viteza de lucru a conveierului (a trenului de mese) se determină cu formula (9.5).

$$v = \frac{\eta \cdot P \cdot 100^2}{B \cdot T \cdot 24 \cdot 60 \cdot (100 - \varphi_1) \cdot (100 - \varphi_2) \cdot \psi} \quad [\text{m/min}] \quad (9.5)$$

- în care :  $v$  este viteza de deplasare a benzii de sticlă, în m/min ;  
 $P$  — producția anuală a conveierului, în m<sup>2</sup>/an ;  
 $\eta$  — coeficient care ține seama de modul de prelucrare a suprafețelor. La conveierele ce execută numai o singură față  $\eta = 2$  (calculul de ciclu de fabricație) ;  
 $B$  — lățimea benzii de sticlă, în m ;  
 $T$  — numărul de zile lucrătoare într-un an (fond util anual de timp) ;  
 $\varphi_1$  — coeficientul de pierderi prin tăiere (de obicei) se ia 10—15% ;  
 $\varphi_2$  — coeficientul de folosire în timp al conveierului. Se consideră, de obicei, că se poate pierde maximum 50% din timpul de lucru ;  
 $\psi$  — gradul de acoperire al suprafeței conveierului. De obicei de la 0,95 pînă la 0,97.

**Determinarea necesarului de mașini de șlefuit.** Determinarea numărului de mașini de șlefuit pleacă de la o serie de elemente și anume : variația granulometrică a materialului abraziv și modulul de trecere  $E$  de la o granulație la alta, precum și grosimea totală a stratului extras. Se notează de obicei cu  $\Delta$  grosimea totală a stratului extras prin șlefuire. La geamuri trase această extracție totală în grosime ajunge la 0,2—0,3 mm iar la geamuri laminate de 0,8—1,2 mm. Se notează de obicei cu  $q$  grosimea stratului de sticlă extrasă de o mașină care lucrează pe o anumită fracțiune granulometrică a abrazivului și cu  $d$  grosimea totală șlefuită de un grup de mașini ce lucrează pe o fracțiune granulometrică.

Din fig. 9.13 rezultă că

$$\Delta = N_K + S_K \cdot q_K, \quad (9.6)$$

unde :  $\Delta$  este grosimea totală a stratului șlefuit în operația de șlefuire, în mm ;

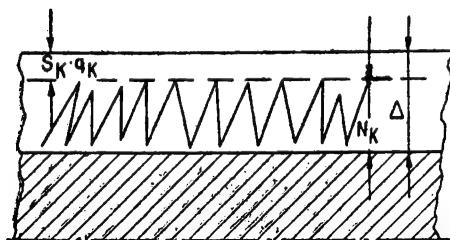


Fig. 9.13. Schiță pentru calculul grosimii stratului șlefuit :

$\Delta$  — grosimea totală a stratului șlefuit ;  
 $N_K$  — grosimea stratului ce urmează a fi extras prin șlefuirea de finisare ;  
 $S_K$  — numărul de mașini ce lucrează la aceeași fază de șlefuire ;  $q_K$  — cantitatea de sticlă extrasă de o mașină ce lucrează la faza K.



- $N_K$  — grosimea stratului care urmează a fi extrasă prin şlefuirea de finisare ;  
 $S_K$  — numărul de maşini ce lucrează la faza de şlefuire brută cu granulaţia  $K$  ;  
 $q_K$  — cantitatea de sticlă extrasă de o maşină la şlefuirea brută cu fracţiunea abrazivă de granulaţie  $K$ .

Plecînd de la această expresie, calculul se începe cu determinarea necesarului de maşini de şlefuit la faza de şlefuire brută (de nivelare). Acest număr se determină cu formula (21) :

$$S'_K = \frac{\Delta - N_K}{q_K} \quad (9.7)$$

Valoarea lui  $S'_K$  în bucăţi rezultată prin calcul se rotunjeşte prin diminuare astfel ca  $S_K$  să fie număr întreg mai mic decît  $S'_K$ .

După aceasta se determină numărul de maşini necesare să lucreze cu fracţiunea granulometrică  $k-1$ , ţinînd seama că maşinile ce vor lucra la această fracţiune trebuie să termine şi un rest de fază anterioară de lucru. Se pleacă de la următoarea expresie :

$$d'_{K-1} = (S'_K - S_K) \cdot q_K + d_{K-1} \quad (9.8)$$

în care :  $d_{K-1} = N_K - N_{K-1}$  este grosimea stratului extras de maşinile care lucrează cu granulaţie din clasa  $K-1$  ;

$N_K$  — grosimea de sticlă care a rămas de şlefuit, după consumarea fazei de şlefuire brută ;

$N_{K-1}$  — grosimea de sticlă ce urmează a fi şlefuită după consumarea fazei de şlefuire,  $K$  ;

$(S'_K - S_K) q_K$  — diferenţa de grosime care a rămas neexecutată din faza precedentă.

În această fază numărul de maşini necesare se determină cu expresia :

$$S'_{K-1} = \frac{d'_{K-1}}{q_{K-1}} \quad (9.9)$$

Valoarea  $S'_{K-1}$  obţinută, se rotunjeşte prin diminuarea la primul număr întreg apropiat astfel ca  $S_{K-1} < S'_{K-1}$

Prin analogie operaţia de determinare se extinde la toate fazele următoare pînă la şlefuirea totală dorită. Expresia generală ia următoarea formă :

$$d'_{K-n} = (S'_{K-n+1} - S_{K-n+1}) \cdot q_{K-n+1} + d_{K-n} \quad (9.10)$$

și

$$S'_{K-n} = \frac{d'_{K-n}}{q_{K-n}}, \quad (9.11)$$

unde :  $d_{K-n} = N_{K-n+1} - N_{K-n}$   
 $n = 1 \text{ — } k \text{ — } 1.$

Valoarea lui  $q_k$  se determină după date experimentale, de obicei, cu următoarea expresie :

$$S_K q_K = d_K = S_K \cdot D_K (E - 1) \quad (9.12)$$

unde :  $D_K$  este diametrul maxim al granulei din fracțiunea abrazivă de șlefuire folosită ;

$E$  — modulul de trecere de la fracțiunea abrazivă  $k$  la  $K - 1.$

De obicei la nisipurile utilizate la șlefuire se ia pentru  $E = \sqrt{2}.$  În aceste condiții numărul necesar de mașini se determină pentru toată operația de șlefuire însumind aritmetic necesarul de mașini ce lucrează pe fiecare fază a operației de șlefuire.

$$S_t = S_K + \sum_{i=1}^{i=K-1} S_i \quad (9.13)$$

unde :  $S_K$  este numărul de mașini care lucrează la faza de șlefuire brută (nivelare) ;

$S_i$  — numărul de mașini care lucrează la faza  $i$  cu granulația abrazivului  $i.$

Față de necesarul teoretic stabilit de mașini în faza de șlefuire brută se ia ca rezervă una pînă la două mașini. La mașinile suplimentare se practică o reducere a presiunii de lucru cu 10 pînă la 40 kg/cm<sup>2</sup> pentru a nu deteriora acțiunea celorlalte mașini anterioare. La operația de șlefuire fină numărul de mașini de șlefuit se majorează de obicei cu 10%.

Dacă nu se cunosc calitățile abrazive ale nisipului și numărul de clase care se obțin prin șlefuire și clasare se face determinarea valorii modulului de trecere în laborator, repetînd pe o mașină fazele operației de șlefuire.

La operația de polizare calculul se poate face analog. La faza de proiectare însă se pleacă prin comparație.

Foaia șlefuită căreia i se determină profilometria se supune unei probe de laborator de polizare în condiții apropiate cu operația industrială și se determină timpul necesar pentru polizarea foi. Apoi cunoscînd viteza conveierului și diametrul discurilor de pîslă se determină numărul de mașini necesare de așa natură încît timpul efectiv de contact la polizare să fie suficient.

## Fabricarea geamului pe baia de metal topit. Procedeul float-glass

### 10.1. Generalități

În fabricarea geamurilor se poate considera că apariția procedeului de șlefuire termică pe baie de metal topit, cunoscut sub denumirea de float-glass, a constituit o revoluție tehnică industrială. Procedeul apărut industrial în anul 1959, în Marea Britanie, la firma Pilkington Brothers-Limited ca urmare a unui efort de cercetare deosebit și un efort financiar puțin obișnuit în această industrie. Privit la început cu neîncredere, procedeul prin perfecționările aduse de diferite firme ce l-au aplicat, a căpătat cea mai rapidă și uluitoare dezvoltare pe scara mondială. Ideea brevetată în anul 1905 în S.U.A. de răspîndire uniformă a sticlei topite pe un metal topit în condiții de corpuri nemiscibile, a căpătat o aplicare industrială de prim ordin. Aducînd avantaje nete calitative, economice și de productivitate, procedeul a căpătat în 20 de ani cea mai rapidă răspîndire cunoscută vreodată în dezvoltarea industriei de sticlă de construcții. În prezent pe scară mondială sectorul se dezvoltă pe acest procedeu, iar geamul produs prezintă următoarele avantaje:

- gama largă de grosimi produse 2,4 mm pînă la 10—12 mm;
- lățime de bandă de la 2,5 la 4,5 m;
- capacități de topire și deci de producție foarte ridicate (700—800 t/zi);
- calitate superioară a produsului, ele putînd înlocui toate sortimentele de geamuri trase și șlefuite;
- posibilitatea de a produce geam colorat fără colorare în masă;
- productivități foarte ridicate incomparabil mult ridicate față de toate celelalte procedee de fabricație;
- posibilități largi de automatizare a întregului proces de fabricație de la alimentare pînă la sortare și ambalare.

Din producția totală mondială peste 15% din această producție se realizează după acest procedeu și în următorii ani se prelinină dezvoltarea în continuare a acestui procedeu.

Se poate afirma cu certitudine că astăzi procedeu oferă cele mai multe avantaje fiind preferat tuturor celorlalte procedee de fabricație.

## 10.2. Principiile de fabricație. Bazele teoretice ale procedurii

Prin procedeu float se înțelege formarea unei benzi de sticlă topită într-un cuptor, pe suprafața unui metal topit într-o construcție închisă, sticla trebuind să aibă viscozitatea dorită. Timpul de contact trebuie să fie satisfăcător pentru a se obține planeitatea corespunzătoare și lustruirea dorită.

Linia tehnologică cuprinde în principal următoarele agregate conform fig. 10.1.

Din combinarea forțelor de tensiune superficială cu cele de gravitație rezultă o grosime de echilibru, de obicei, 6—7 mm (fig. 10.2).

Raporturile de miscibilitate între două lichide în contact se definesc prin coeficientul de umiditate  $\frac{s_b}{a}$ . În cazul contactului sticlă-metal  $b$  este sticla și  $a$  metalul topit.

Dacă raportul  $s\left(\frac{b}{a}\right) > 1$  lichidul  $b$  se întinde pe lichidul  $a$  tinzînd a forma o peliculă pe suprafața acestuia.

Valoarea acestui raport se definește cu următoarea expresie :

$$s\left(\frac{b}{a}\right) = \sigma_a - \sigma_b - \sigma_{ab} \quad (10.1)$$

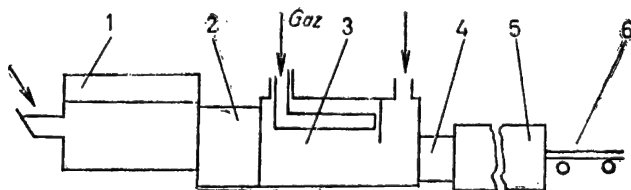


Fig. 10.1. Schema de principiu a instalației (procedeu float-glass) :

1 — cuptor de topire ; 2 — cuptor de legătură ; 3 — baie de plutire ; 4 — lift de scoatere ; 5 — cuptor de detensionare ; 6 — banda de sticlă ;

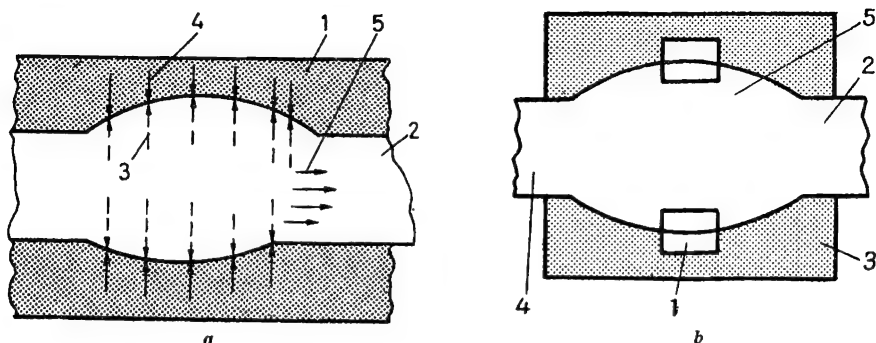


Fig. 10.2. Schema de principiu a formării benzii de geam (reprezentarea forțelor care acționează (a); formarea grosimii benzii (b)):  
1 — cositor topit ; 2 — banda de sticlă ; 3 — forțe de gravitație ; 4 — forțe de tensiune superficială ; 5 — forțe de tracțiune longitudinală.

în care :

$\sigma_a$  este tensiunea superficială a cositorului ;

$\sigma_b$  — tensiunea superficială a sticlei topite ;

$\sigma_{ab}$  — tensiunea superficială interfacială.

Grosimea stratului de lichid  $b$  care se întinde pe suprafața lichidului  $a$  se determină cu următoarea expresie :

$$t^2 = \frac{2 s \left( \frac{b}{a} \right) \rho_a}{g \rho_b \cdot \Delta \rho} \quad (10.2)$$

unde :  $t$  este grosimea stratului de lichid care se întinde ;

$s \left( \frac{b}{a} \right)$  — coeficient de umiditate ;

$\rho_a$  — densitatea cositorului ;

$\rho_b$  — densitatea sticlei ;

$g$  — accelerația gravitațională ;

$\Delta \rho$  — diferența de densitate a celor două lichide nemiscibile.

Rezultă că formarea benzii de sticlă depinde de tensiunile superficiale și densitățile lichidelor în contact.

În general tensiunea superficială depinde de temperatură, scăzând odată cu creșterea temperaturii, și de compoziția chimică a sticlei. La o compoziție convențională, tensiunile superficiale ale sticlei au următoarele valori în funcție de temperatura sticlei :

temperatura, °C	$\sigma_t$ , dyn/cm
1 400	310
1 200	320
1 000	330
800	340

Valoarea tensiunii de suprafață a cositorului are în general o variație liniară cu temperatura și este de 520 dyn/cm la 400°C și de 486 dyn/cm la 1 000°C.

Densitatea sticlei la temperatura obișnuită este de 2,46 g/cm<sup>3</sup> și ea ajunge la 2,40 g/cm<sup>3</sup> la o temperatură de 1 000°C.

Densitatea cositorului este de 7,15 g/cm<sup>3</sup> la o temperatură de 20°C și ea ajunge la următoarea valoare la o temperatură de 1 000°C :

$$\rho_c = 6,98 - 0,007(1\,000 - 250) = 6,44 \text{ g/cm}^3 \quad (10.3)$$

Starea sistemului sticlă-cositor hotărăște ce lichid va pluti. Cu cît viscozitatea sticlei este mai mică, sistemul ajunge mai ușor la echilibru. La sticlele utilizate frecvent se constată că starea de echilibru se produce față de cositor la o grosime de 6,35 mm și temperatura 1 000°C. La această grosime coeficientul de umiditate  $S\left(\frac{b}{a}\right)$  capătă următoarea valoare :

$$S\left(\frac{b}{a}\right) = \frac{t^2 \cdot g \cdot \rho_c \Delta \rho}{2 \rho_s} \quad (10.4)$$

unde :

$$\begin{aligned} t &= 6,35 \text{ mm} ; \\ g &= 981 \text{ cm/s}^2 ; \\ \rho_{s1000^\circ} &= 2,4 \text{ g/cm}^3 ; \\ \rho_c &= 6,44 \text{ g/cm}^3 ; \\ \rho_{c1000^\circ} &= 4,86 \text{ dyn/cm} ; \\ \sigma_{sticlă} &= 330 \text{ dyn/cm} \\ \Delta \rho &= 6,44 - 2,4 = 4,04 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

$$S\left(\frac{b}{a}\right) = S\left(\frac{s}{c}\right) = \frac{0,635^2 \cdot 981 \cdot 2,4 \cdot 4,04}{2 \cdot 6,44} = 297,0 \quad (10.5)$$

$$S\left(\frac{s}{c}\right) = \sigma_c - \sigma_s - \sigma_{cs} \quad (10.6)$$

de aci rezultă valoarea lui  $\sigma_{cs}$  și anume :

$$\rho_{cs} = \sigma_c - \sigma_s - S\left(\frac{s}{c}\right) = 486 - 330 - (-297) = 453 \text{ dyn/cm} \quad (10.7)$$

Rezultă că  $\sigma_{cs}$ , tensiunea superficială interfacică în condiții sticlă-cositor este foarte mare, cu puțin mai mică decît tensiunea de suprafață a cositorului care este de 486 dyn/cm.

Așa cum se constată și din fig. 10.2, a, starea de echilibru intervine la grosimea de 6,35 mm (de echilibru). Creșterea forței de tracțiune numai pe calea creșterii de viteză duce la rezultate catastrofale prin reduceri bruște de grosime. Așa cum se arată în fig. 10.2, b gro-

simea benzii se va putea controla cu o pereche de role de tragere 1 cu posibilitatea de stringere a foi simultan cu tragerea în aceeași secțiune.

Banda primară 4 are o temperatură de  $1\,050^{\circ}\text{C}$  cu o viscozitate de  $10^4\text{ P}$ .

Între rolele 1 (fig. 10.2, b) banda ajunge la o temperatură de  $700^{\circ}\text{C}$  și o viscozitate de  $10^8\text{ P}$ .

Urmează o zonă de reîncălzire 6 unde ajunge la o temperatură de  $850^{\circ}\text{C}$  și o viscozitate de  $10^5$ . Banda finală 2 ajunge să se formeze la o temperatură de  $600^{\circ}\text{C}$ .

Datorită acestei condiții forțele de tracțiune au o foarte mare importanță corelată cu acțiunea rolelor 1 în formarea benzii la diferite grosimi. În prezent procedeul poate produce grosimi de 2 mm. Banda finală de sticlă este apoi purtată în continuare pe suprafața băii de metal topit. Această condiție este esențială în obținerea unei calități superioare a sticlei. Baia de metal 3 folosită ridică probleme deosebite deoarece există posibilitatea unei interacțiuni chimice între sticla și metalul topit și sticla și atmosfera metalului topit. Este necesar un metal care să fie lichid între temperaturile de 600 și  $1\,050^{\circ}\text{C}$ , să aibă o densitate mai mare ca a sticlei și presiunea de vapori a metalului la temperatura de lucru cât mai joasă posibilă. În tabelul (10.1) sînt prezentate principalele metale care pot fi folosite.

Tabelul 10.1

Caracteristicile de bază ale metalelor care pot fi folosite la procedeul float glass

Denumirea metalului	Punct de topire $^{\circ}\text{C}$	Punct de fierbere $^{\circ}\text{C}$	Densitate $\text{g/cm}^3$ $1050^{\circ}\text{C}$	Presiunea de vapori la $1027^{\circ}\text{C}$ , $\text{dyn/cm}^2$
Bismut	271	1 680	9,1	27,0
Galiu	30	2 420	5,5	$7,610^{-3}$
Indiu	156	2 075	6,5	$7,9 \cdot 10^{-2}$
Litiu	179	1 329	0,5	55,0
Plumb	328	1 740	9,8	1,9
Thaliu	303	1 460	10,9	16
Cositor	232	2 632	6,5	$1,9 \cdot 10^{-4}$

Din tabel rezultă că litiul este eliminat de la început avînd o densitate prea mică.

Se pot alege galiu, indiul sau cositorul.

S-a ales cositorul deoarece el prezintă cea mai slabă interacțiune cu sticlă. Totuși chiar în folosirea cositorului există probleme chimice de interacțiune.

Cind cositorul se răcește, oxigenul din cositor poate intra în reacție. De asemenea, oxigenul cu cositorul produc un oxid de staniu, care este cauza degradării calității suprafeței inferioare a benzii de geam. Pentru a se evita aceasta, cantitatea de oxigen trebuie menținută la o valoare dorită. Cu cât conținutul de oxigen din cositor crește, fenomenul de interacțiune devine mai dăunător. Cositorul conține în afară de oxigen și alte impurități (sulfuri). În condițiile de exploatare industrială cositorului i se cer condiții de puritate deosebite. Dacă această problemă nu este bine stăpinită pe fața inferioară a foi apar pete albicioase aparente ce pot fi înlăturate destul de greu prin polizare sau lustruire mecanică.

Pe baza acestor date teoretice, s-au elaborat astăzi linii tehnologice complexe de mare capacitate, care realizează o gamă largă de grosimi și calități de suprafață comparabile cu geamurile șlefuite de calitate superioară.

### 10.3. Linii tehnologice de fabricat geamuri plane prin șlefuire pe metal topit

#### 10.3.1. Linii tehnologice cu laminarea stratului de sticlă și deversarea lui pe baie de metal topit

Primele linii tehnologice de fabricat geam float-glass au apărut în perioada 1959—1961 în Anglia, de capacități în jurul a 250 t/zi. Linia tehnologică de fabricare a geamului float folosește topitura unui cuptor vană cu o compoziție oxidică apropiată de următoarele compoziții care se folosesc în continuare și astăzi la majoritatea marilor producători (tabelul 10.2).

Tabelul 10.2

Rețete de fabricație pentru sticla folosită

Component	R.S. Cehoslovacia	Anglia	Belgia
SiO <sub>2</sub>	73,10	73,56	72,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,16	1,21	0,54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,18	0,14	0,13
CaO	8,43	8,23	9,62
MgO	3,74	3,97	4,76
Na <sub>2</sub> O	13	12,40	12,90
K <sub>2</sub> O	0,22	0,51	0,06
SO <sub>3</sub>	0,05	0,08	0,08
Ar <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,036	0,03	0,03
CoO	0,09	0,08	0,07



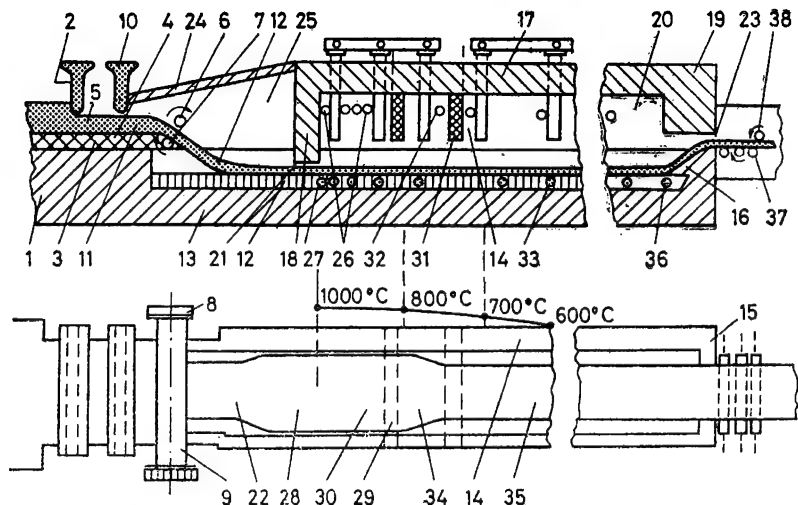


Fig. 10.3. Linie de fabricație float glass (secțiune longitudinală parțială) prin laminare :

1 — antevană ; 2 — baraj de reglare ; 3 — gură de deversare ; 4 — placaj gură de deversare ; 5 — pereți laterali deversare ; 6—7 — rulouri laminoare ; 8 — cadru de susținere rulourilor laminoare ; 9 — acționare rulourilor laminoare ; 10 — ecran ; 11 — banda de sticlă ; 12 — baie de metal topit ; 13 — fund baie ; 14 — perete lateral ; 15 — perete frontal ; 16 — zonă de desprindere sticlă ; 17 — boltă de plutire ; 18—19 — perete frontal și terminal ; 20 — pereți laterali suprastructură ; 21 — gură de alimentare cu sticlă a băii ; 22 — zona de lărgire a suprafeței libere a sticlei ; 23 — zona de ieșire sticlă ; 24 — acoperiș de legătură ; 25 — antebaie ; 26—27 — încălzitoare ; 28 — banda de sticlă ; 29 — ecran ; 30 — corp de sticlă plutitor ; 31 — ecran ; 32 — încălzitoare ; 33 — regulator de temperatură ; 34 — intrarea corpului plutitor în stare plastică ; 35 — banda de sticlă ; 36 — răcitoare ; 37—38 — role de scoatere.

Linia avea forma din fig. 10.3. Topitura de sticlă deversează prin buza de curgere 3 între rulourile laminoare 6—7. Barajul 8 reglează cantitatea de sticlă care ajunge la laminor. Există și un ecran 10 cu posibilități de ridicare și lăsare ce poate asigura oprirea intrării gazelor calde în antebaia 25 acoperită de boltă dreaptă 24.

Banda laminată 11 deversează pe baia de cositor topit 12 și apoi prin gura de alimentare 21 ea pătrunde în interiorul băii de plutire (flotare).

Această baie cuprinde trei zone principale :

Zona I — de la peretele frontal 18 până la ecranul 29 ;

Zona II — de la ecranul 29 până la ecranul 31 ;

Zona III — de la ecranul 31 până la ieșirea 23 a sticlei de pe baie.

În zona I se dezvoltă un corp plutitor care se lățește în părțile laterale pînă la obținerea stării de echilibru între forțele de tensiune superficiale și cele gravitaționale. Corpul plutitor nu atinge însă niciodată pereții laterali 14 ai băii, acesta fiind dimensionat în consecință. Regulatele termice 27 introduse în baia de metal topit o mențin la o temperatură de aproximativ 1 000°C. Corpul plutitor de sticlă își modifică lățimea succesiv în pozițiile 22—28—30. Odată cu depășirea ecranului 29, sticla pătrunde în zona a doua. Aici există încălzitorul 32 care reglează atmosfera la condițiile termice cerute de proces și regulatele termice 33 cufundate în metalul topit. Sticla suferă un fenomen de răcire treptată pînă ajunge în domeniul plastic și capătă o formă 34 aropiată de cea din figură. În această zonă se acționează cu forțe de tracțiune transversală dacă se dorește subțierea foi de sticlă. În zona ecranului 29 sticla are o temperatură de 850°C și ajunge la ecranul 31 la o temperatură de 700°C.

În zona a treia, sticla continuă să se răcească ajungînd ca la zona finală înainte de ieșire să aibă 650°C. În această zonă regulatele termice 36 asigură răcirea treptată. La capătul băii se practică lateral un sistem de role de desprindere a sticlei de pe baie și apoi banda de sticlă este trasă de rolele 36 și 38 și apoi introdusă foaia într-un cuptor de recoacere, prevăzut cu rulouri căptușite cu azbest și apoi din oțel inoxidabil.

Sticla topită deversează la laminor cu o temperatură de 1 200°C și părăsește baia la o temperatură de 650°C. Cu această temperatură sticla se introduce în cuptorul de detensionare (recoacere). Sticla detensionată la o temperatură de 40—60°C se introduce la conveierul de tăiere mecanizată a geamului plan.

### **10.3.2. Linii tehnologice de fabricație cu deversarea directă a sticlei pe baie de metal topit**

Față de forma inițială procedeul a suferit multe îmbunătățiri brevete de numeroase firme producătoare.

Odată cu creșterea cantităților deversate, a fost abandonată folosirea rulourilor laminoare. Prin intermediul unor jgheaburi de concepție și format specializat, sticla topită se deversează în cantitate foarte mare direct pe suprafața băii metalice.

Temperatura de topire ajunge în cuptoarele vană la 1 560°—1 600°C, cuptoarele ajungînd să aibă lățimi de 10 m, și dispozitive mecanice și pneumatice de omogenizare. Linia tehnologică de fabricație cuprinde aceleași elemente componente :

- cuptor de topire ;
- baie de plutire (baie float) ;

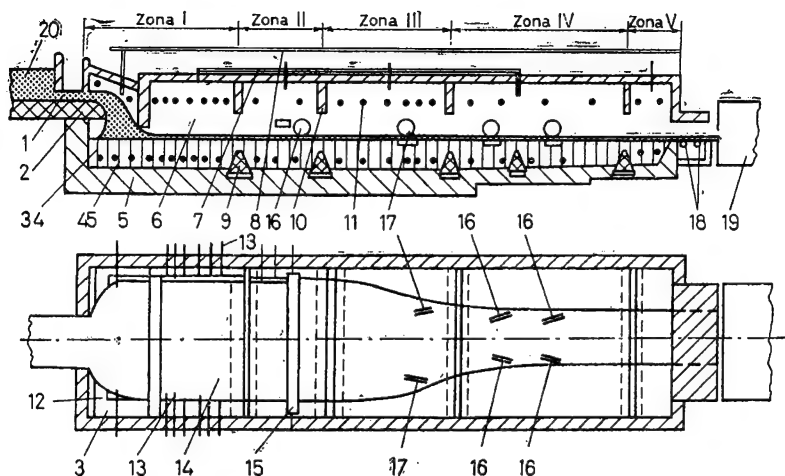


Fig. 10.4. Linie tehnologică modernă de fabricare a geamului prin procedeul float glass. (Secțiune longitudinală. Vedere în plan):  
 1 — sticla topită; 2 — igheab deversor; 3 — baie de metal; 4 — încălzitoare; 5 — fund baie; 6 — atmosferă controlată; 7-8 — conducte pentru hidrogen și azot; 9 — reglator termice; 10 — ecran; 11 — încălzitoare; 12 — elemente de ghidare; 13 — role de acționare; 14 — corp plutitor din sticlă; 15 — răcitor transversal; 16, 17 — role laterale de ghidare și antrenare; 18 — role de desprindere a foi; 19 — cuptor de recoacere; 20 — cuptor de topire de tip vană.

- lift de scoatere a foi de sticlă (lift haut);
- cuptor de detensionare (recoacere);
- conveier de tăiere și sortare.

Elementul specific procedeului, baia de plutire capătă forma din fig. 10.4.

Sticla topită are o temperatură de  $1170^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Sticla 1 curge dirijat de pe buza 2 pe baia de metal 3. Baia de metal cu o adâncime de 30 cm este constituită din cositor lichid cu un adaos de 0,005% sodiu sau 0,001% magneziu. Aceste adaosuri au scopul de a reduce oxidarea cositorului în contact cu oxigenul sau sulfur. Baia de cositor este încălzită cu încălzitorul 4. Baia 5 este căptușită la interior cu plăci de grafit. În partea superioară a băii se menține o atmosferă de azot cu 0,5% hidrogen. Aceste gaze sînt aduse cu conductele 7 și 8. Baia se etanșează de mediul înconjurător oxidant. În baia de flotare există niște borne triunghiulare despărțitoare 9 și ecrane despărțitoare 10 care separă baia pe zone distincte. Deasupra băii de metal topit sînt instalate încălzitoare de radiație 11. Între geam și baia de metal se va păstra o diferență de potențial electric pentru a se împiedica difuziunea unora din componenții băii în geam.

În zona a II-a se produce întinderea geamului pînă la realizarea echilibrului între forțele gravitaționale și cele de tensiune superficială la grosimea de 6 mm. Sticla are aici o temperatură de 1 000—1 030°C. Lățimea stratului fluid din zona I se limitează cu elementele 12 din grafit. La părăsirea zonei a II-a sticla are o temperatură de circa 700°C. Această temperatură putîndu-se regla cu răcitorul 15 poziționat deasupra băii și răcit cu apă. Apoi banda este prinsă de rolele 16. Aceste role se pot regla ca poziție și distanță. De obicei ele se găsesc la ambele părți, perpendicular pe direcția de avans (de mișcare a foi).

În zona a III-a se produce o reîncălzire a foi pînă la 850°C pentru a se întinde foaia și obține grosimea dorită. Rolele 17 sînt acționate și ele și au rolul de a împiedica o restrîngere a benzii.

În zona a IV-a sticla se va răci din nou pînă la 650°C, iar apoi în zona a V-a banda începe să se ridice prin rolele 18 de pe baia de metal topit și se introduce în cuptorul de detensionare. Cuptoarele de detensionare de mare capacitate și lungimi pînă la 150 m sînt construcții metalice etanșe izolate, cu încălzire electrică și prin radiație. În acest cuptor foaia de sticlă este purtată pe transportoare cu rulouri metalice prin patru zone principale pînă ce banda este adusă la temperatura ambiantă, detensionată. Sticla plană este luată de conveiere de tăiere, sortare și ambalare care asigură o continuitate a fabricației cu consum minim de manoperă. La liniile moderne au fost aduse importante modificări la zona de legătură dintre cuptorul vană și baia de plutire. Această zonă a căpătat forma din fig. 10.5.

Se observă că se menține un singur baraj refractar de reglare a debitului de sticlă și de închidere a deversării. De la acest ecran pînă la prima coloană a băii se practică o boltă suspendată a cărei poziție poate fi reglată.

Ca observații importante se remarcă următoarele :

- odată cu creșterea debitului deversat, pericolul cristalizării s-a redus prin creșterea aportului de căldură adus odată cu sticla ;
- stăpînirea procesului și deci constanta în timp a debitului flotat a permis renunțarea la sistemul de laminare. Jetul de sticlă pe un jgheab în forma celui din fig. 10.5, b deversează direct pe baia de metal topit. Cunoașterea procesului a dus, de asemenea, la reducerea considerabilă a distanței dintre barajul 2 (fig. 10.5) și prima axă a băii de flotare. Bolta 3 din fig. 10.5, a s-a redus considerabil ca mărime și s-a apropiat foarte mult față de nivelul metalului topit.

În momentul cînd jetul de sticlă ia contact cu baia de metal apar curenții de întoarcere și curenții circulari. Este necesar ca sticla să nu stagneze în această zonă. Dirijarea sticlei în această zonă așa-

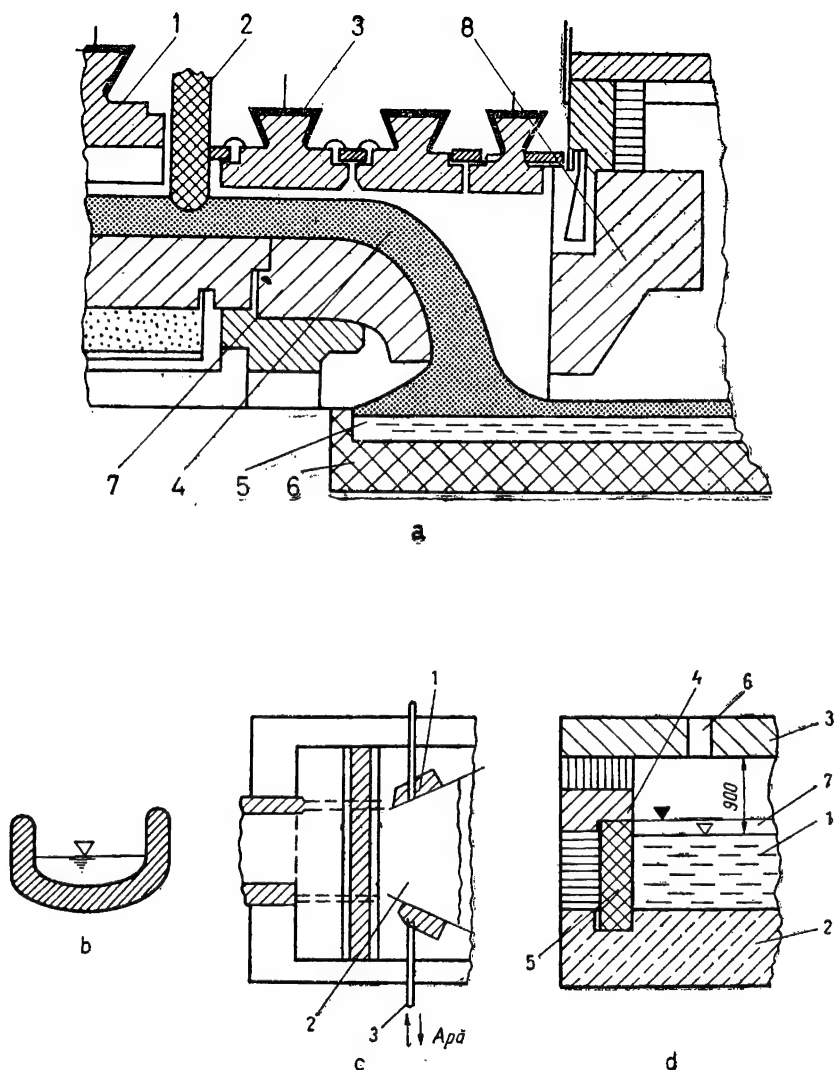


Fig. 10.5. Detalii din instalația de fabricație float glass :

*a* — detalii zonă de deversare ; 1 — boltă suspendată ; 2 — ecran ; 3 — boltă suspendată ; 4 — sticlă topită ; 5 — baie de metal ; 6 — fund baie ; 7 — jgheab ; 8 — prima coloană a băii ; *b* — forma jgheabului deversor ; *c* — vedere în plan a zonei de deversare ; 1 — piese de dirijare răcite cu apă ; 2 — sticlă topită ; *d* — secțiune transversală parțială prin baia de plutire ; 1 — metal topit ; 2 — fund baie ; 3 — boltă ; 4 — zid inelar ; 5 — plăci de căptușeală din grafit ; 6 — orificiu de introducere elemente de încălzire ; 7 — strat de sticlă.

numitului „călcii“ se reglează ca în fig. 10.5, c. Piese 1 executate din grafit și răcite la interior cu apă se pot deplasa și cu ajutorul lor se dirijează lățimea stratului de sticlă. Totodată se caută să se împiedice pătrunderea sticlei în colțurile din față ale băii. În interiorul băii s-au făcut progrese însemnate prin îmbunătățirea calității materialelor refractare și a oțelurilor aliate.

Acoperișul băii sub formă de boltă dreaptă suspendată are înălțimea de aproximativ 900 mm (înălțime față de nivelul superior al sticlei topite). Grosimea fundului băii nu depășește 700 mm iar grosimea sticlei în această zonă I nu depășește 100 mm. Cămașa exterioară a băii se execută din oțel calmat omogen. Lateral pereții sînt căptușiți cu grafit ca în fig. 10.5, d.

Pentru a se împiedica eventuala scurgere a metalului topit, sub baie, se prevăd surse de aer comprimat și racorduri flexibile pentru intervenție în caz de avarie. S-a folosit cu precădere grafitul deoarece acesta nu reacționează cu oxigenul și sulful din baie, iar sticla alunecă foarte ușor față de grafit.

Plafonul suspendat este susținut de o construcție metalică adecvată. Prin acest plafon se introduc electrozi de încălzire, alimentate la 75 V și 40 A. Cîte trei electrozi, conform tipului fabricat de firma Morganit (Anglia) se solidarizează la partea inferioară cu inele refractare.

Au fost, de asemenea, perfecționate sistemele de reglaj termic și răcitoarele transversale. Totuși deoarece nu se poate realiza o etanșeizare perfectă și o puritate avansată a materialelor folosite, pe suprafața metalului apar produse de oxidare. Pentru evacuarea acestor zguri care apar pe suprafața metalului s-a perfecționat un sistem de dirijare a zgurilor plutitoare conform fig. 10.6, a.

Baia se prevede cu două buzunare de curățire 1, 2. Pe două console 3 așezate de o parte și de alta se poziționează două motoare de inducție liniară 5. Motoarele se așază deasupra suprafeței metalului topit, sticla avînd o temperatură în jurul a 700°C. Consolele 3 permit reglarea poziției motoarelor liniare în două planuri. Motoarele cu inducție sînt răcite cu circulație forțată de apă. Cîmpul motoarelor se întinde în jos creîndu-se un cîmp direcțional superficial. Motoarele liniare 4 au o poziție și construcție similară, dirijînd în continuare zgurile superficiale către adînciturile dintre pungile 1, 2. Dacă se simte nevoie, asemenea tipuri de motoare se pot monta și în alte părți, chiar în zonele mai calde ale băii. Instalația este prevăzută cu un dispozitiv care înlătură aceste impurități prin adăugarea continuă de metal de adaos.

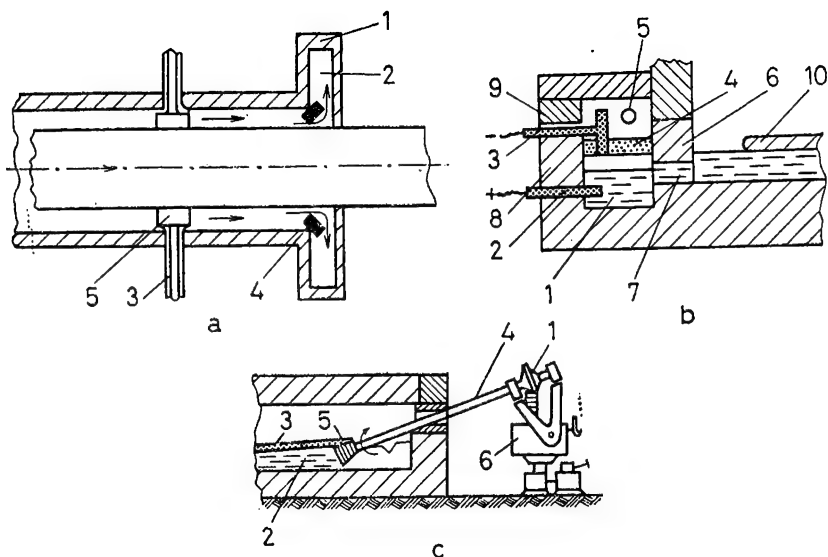


Fig. 10.6. Detalii din instalația de fabricare a geamului float glass :  
 a — dirijarea curenților de zgură (vedere în plan) ; 1, 2 — buzunare de curățire ;  
 3 — console de susținere ; 4, 5 — motoare auxiliare de inducție ; b — puntea de  
 regenerare (secțiune transversală parțială) ; 1 — cositor topit ; 2 — electrod  
 (pozitiv) ; 3 — electrod (negativ) ; 4 — strat de fluorborat de potasiu ; 5 — ori-  
 ficiu de evacuare gaze ; 6 — perete baie ; 7 — canal de legătură ; 8, 9 — pereți  
 laterali ; c — role de desprindere (secțiune transversală) ; 1 — angrenaj dințat ;  
 2 — baie de metal topit ; 3 — corp plutitor din sticlă ; 4 — ax de antrenare ;  
 5 — role de desprindere ; 6 — variator de viteză.

Metalul topit capătă o serie de impurități-zguri în baia de plutire. Pentru eliminarea lor se folosesc o serie de punți laterale de construcția celor din fig. 10.6, b.

În zgurile produse apar oxizi ai metalelor din grupa litiu, sodiu, potasiu, magneziu, stronțiu, bariu, fier, zinc, aluminiu, siliciu, titan. Epurarea acestor oxizi metalici se face folosind aluminiu și un strat subțire de fluorură de calciu (criolit) sau fluorborat de potasiu.

Electrodul 3 coboară în stratul de material de aditie 4. Electrodul este din carbon și nu face contact cu metalul topit. Electrodul 8 face ca baia de metal să joace rolul polului negativ iar electrodul 3 joacă rolul polului pozitiv. Se produce electroliza stratului 4. Temperatura băii este suficient de ridicată pentru a se conserva starea topită a metalului. Zgura de oxid aflată pe suprafața 1 este antrenată de stratul 4 care se descompune. Antrenarea zgurii, descompunerea și decantarea ei sînt procese continue. Gazele care rezultă din electroliza

stratului 4 se evacuează prin orificiul 5 conectat la o tubulatură legată la o instalație de depresiune.

În paralel se prevăd posibilități de introducere de cositor în baie pentru a compensa pierderile prin pungile de curățire. La instalațiile moderne aceste punți au un rol din ce în ce mai mic datorită progreselor făcute în etanșarea băii și purității materialelor folosite. La capătul băii, corpul plutitor de sticlă se desprinde de pe suprafața băii de metal. Pentru aceasta se pot folosi sisteme de role antrenate răcite, așa cum se prezintă în fig. 10.6, c.

De obicei, la capătul de ieșire-final — al căii se montează de ambele părți trei asemenea role pe fiecare parte a foii. Ele au un rol deosebit la pornirea fabricației. Odată cu stabilirea procesului de dezvoltare și tragere a foii, rolul acestor role marginale scade.

După ce banda de sticlă, lustruită termic părăsește suprafața băii de metal, ea este introdusă într-un cuptor intermediar numit lift-haut. Forma și concepția acestuia este prezentată în fig. 10.7.

Banda de sticlă 1 trece pe o serie de două sau trei rulouri metalice antrenate din exterior, cu posibilități de sincronizare a rotațiilor lor. Zgura care a aderat la suprafața interioară a foii se curăță în contact cu rulourile 2, șterse continuu de periile telescopice din

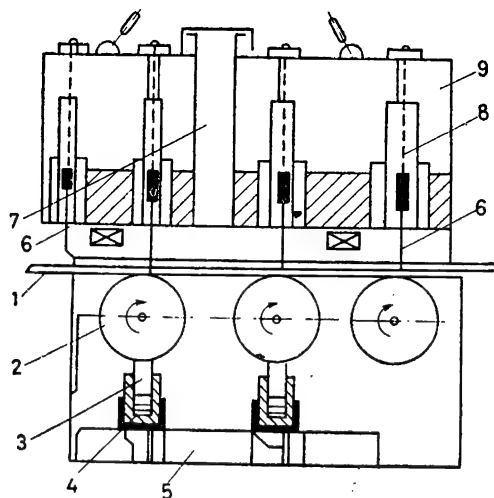


Fig. 10.7. Detaliu — Lift-haut :  
1 — bandă de sticlă ; 2 — rulouri  
metalice ; 3 — periile de grafit ; 4 —  
lagăre de susținere rulouri ; 5 — cutii  
de evacuare zgură ; 6 — ecrane ;  
7 — piometru ; 8 — cablu de ridi-  
care ecran ; 9 — capotă superioară.

grafit 4. Particulele de zgură cad în interiorul unor cutii transversale colectoare de genul unor sertare 5 care se scot spre exterior. Atmosfera din interior se controlează cu ecranele 6 acționate prin cabluri. Partea superioară este o capotă 9 care poate fi ridicată după nevoie.



Prin pirometrul 7 cu radiație se controlează temperatura benzii de sticlă 1 la trecerea prin cuptor.

În vederea reducerii procentului de defecte, împiedicarea procesului de oxidare în interiorul băii de plutire, se menține o atmosferă antioxidantă controlată.

Prin tubulatură specială se introduce în atmosfera cuptorului sub presiune o cantitate de azot pur care variază între 1 130 și 1 275 m<sup>3</sup>/h. Se permite o concentrație de impurități de 1/10<sup>6</sup> max. conținut de sulf, 10/10<sup>6</sup> oxigen și 6/10<sup>6</sup> oxid de carbon.

Simultan se introduce un procent de 5% hidrogen pur calculat la volumul total de azot introdus. Presiunea hidrogenului nu depășește 0,7 daN/cm<sup>2</sup>. Debitul de hidrogen introdus variază de la 57—128 m<sup>3</sup>/h. Datorită prezenței hidrogenului trebuie luate măsuri speciale de etanșeizări și control care să împiedice formarea unui amestec combustibil cu pericol de autoaprindere.

Tabelul 10.3

Parametrii de fabricație la procedeul float glass în comparație cu alte procedee

Parametrii de fabricație	Procedeul de fabricație float	Procedeul de tragere cu debiteuză	Procedeul de tragere fără debiteuză
Viteza de tragere : 2 mm 3 mm 6 mm	850—900 m/oră 540—600 m/oră 200—240 m/oră	65 m/oră 50 m/oră 35 m/oră	90 m/oră 87 m/oră 72 m/oră
Lățimea de bandă	1,8—4,5 m	1,8—3,4 m	2—4 mm
Grosimea foi	2,4—19 mm	1,8—8	2—12 mm
Capacitatea de producție	200—650 t/zi	145—180 t/zi	155—200 t/zi
Durata campaniei de fabricație	60 luni	48 luni	50 luni
Forța de muncă specifică	0,8—1,1 om × t/zi	1,2	1,18
Lungimea instalației din care : baia de plutire cuptor de recoacere	800—900 m 50 m 100—120 m		
Producția anuală	3,7—15 mil m <sup>2</sup> efectivi 4mm/an	12 mil m <sup>2</sup> bază an	14 mil m <sup>2</sup> bază 2 mm an

## Prelucrarea și finisarea sticlei plane

### 11.1. Generalități. Scopul prelucrării și finisării sticlei plane

Sticla plană, trasă, laminată sau șlefuită, după obținerea ei, este supusă unui proces de valorificare prin tăiere, găurire, prelucrarea marginii pentru a se da bucăților tăiate calitățile și proprietățile finale.

De obicei prelucrarea și finisarea sticlei plane se face după următoarele destinații ulterioare :

- geamuri de construcții cu formatele și dimensiunile dorite ;
- geamuri plane prelucrate destinate a fi folosite la fabricarea geamurilor securizate pentru industria de automobile ;
- geamuri prelucrate destinate fabricării oglinzilor ;
- geamuri plane pentru mobilă și mobilier urban.

### 11.2. Tăierea sticlei plane

#### 11.2.1. Tăierea pe cale manuală

Tăierea manuală se face folosind mese fixe de lemn, plane, acoperite la partea exterioară cu pîslă sau molton. Lateral se prevăd rigle gradate care să permită așezarea riglelor de ghidare a tăierii și asigurarea perpendicularității laturilor tăiate. Tăierea se face folosind roțițe din carburi metalice aglomerate sau cuțițe tăietoare cu vîrf de diamant. Randamentul de tăiere depinde de abilitatea personalului, de unghiul de tăiere al roțiței tăietoare, de calitățile diaman-

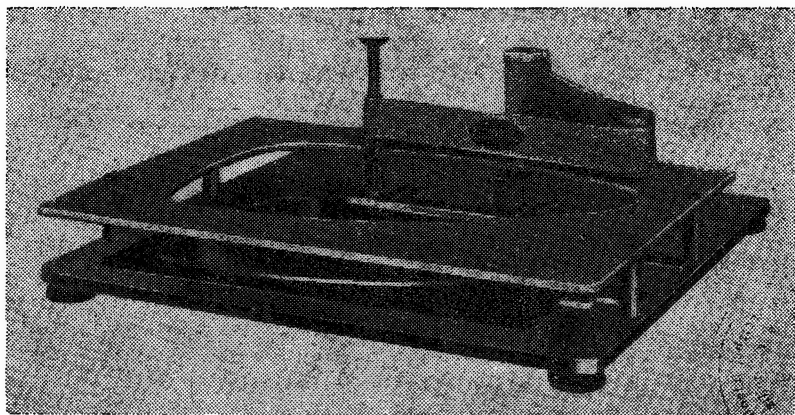


Fig. 11.1. Dispozitiv de tăiat după șablon.

tului de tăiere. De obicei, în aceste condiții, un om bine calificat poate tăia pînă la  $1\,500\text{ m}^2/8$  ore, după numărul de dimensiuni ce urmează a le tăia și grosimea geamului tăiat. Grosimea geamului este, de obicei, de la 2 la 6 mm și rar de 8—10—12—14 mm. Tăierea geamurilor groase se face cu dificultate folosind pîrghii și dispozitive ajutătoare. Tăierea geamului plan pe cale manuală în formate cu laturile curbe se face folosind dispozitivul cu pantograf arătat în fig. 11.1.

Dispozitivul are un șablon metalic după care un braț pantograf prevăzut cu sculă de tăiere execută tăierea sticlei. Dispozitivul este foarte indicat la realizarea unor serii mari de produse similare.

### 11.2.2. Tăierea mecanizată a sticlei plane

Odată cu dezvoltarea mării producții de geamuri plane, s-au introdus metode mecanizate de tăiere pe conveiere automate de tăiere. Aceste conveiere sînt dotate cu următoarele utilaje așezate în flux succesiv. De obicei, un dispozitiv mecanic prevăzut cu ventuze de cauciuc legate la un dispozitiv general de vid, preia foile de pe un cărucior și le depune pe un transportor cu role. Foile ajung la o masă de tăiere care poate fi prevăzută cu o suprafață neagră și pe care se fixează foaia, fie cu dispozitive mecanice pneumatice, fie prin depresiunea creată sub foaie de la un sistem general de vid. Dispozitive cu resort susțin rolele tăietoare iar acestea pot culisa pe traverse (juguri gradate), care la rîndul lor pot să se deplaseze prin comenzi pneumatice sau electromecanice.

După tăiere banda de geam se deplasează pe o pernă de aer, și cu ajutorul unor (juguri) traverse mecanice și valțuri se execută ruperea. Foile astfel rupte pe benzi cu role de transport se deplasează la locul de sortare.

La unele variante moderne înainte de tăiere există un programator cu testatori electronici de defecte.

Programatorul primește informații privitoare la programul de tăiere pe comenzi și după testarea defectelor programează capetele de tăiere pentru tăierea cea mai eficientă a suprafeței de geam. Asemenea mașini de mare productivitate se adaptează la liniile moderne de fabricare a geamului float glass. Randamentul lor depinde de calitatea suprafețelor, de frecvența anumitor defecte de suprafață și de frecvența variației de grosime. Asemenea instalații pot tăia cantități de sticlă până la 30 000 m<sup>2</sup>/24 ore în grosimi până la 12 mm.

La cantități de geam mai mici se folosesc numai mașini de tăiat fără a se mai recurge la conveioare speciale de tăiere.

### 11.3. Găurirea sticlei plane

Pentru găurirea sticlei plane se folosesc, de obicei, foreze care au suprafața tăietoare acoperită cu pulberi de diamant de granulații adecvate. Foreza are forma unui cilindru, diametrul exterior al acestuia având diametrul egal cu al găurii ce urmează a se practica.

Coda forezei se prinde între fălcile mandrinei de la mașina de găurit reprezentată în fig. 11.3.

#### 11.3.1. Mașini pentru găurit sticla plană

Foia de sticlă care urmează a fi găurită se așază pe ghidajele mașinii de găurit. Prin rotirea forezei și acordarea avansului vertical necesar se realizează găurirea plăcii de sticlă. Găurirea se face în mediu umed, folosind o soluție apoasă de răcire. Regimul de rotație de avans se determină după calitatea forezei și caracteristicile mașinii. La mașinile moderne pentru a nu se produce distrugerea marginilor găurii se face găurirea simultană din ambele sensuri (de sus în jos și de jos în sus), mașina având de fapt două foreze în lucru care se întâlnesc la terminarea găuririi.

La mașinile de mare productivitate se pot face găuriri simultane la două, trei și chiar patru poziții, mașinile având mai multe capete fixe de lucru. Viteza de lucru  $v=3 \dots 6$  m/s. Presiunea de apăsare este până la 35 kgf la foreze cu diametrul de 7 mm și ajunge la 45 kgf la diametrul de 25 mm. Durata de lucru a unei foreze de

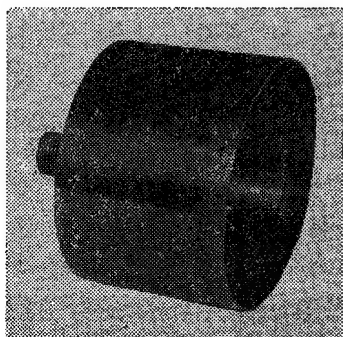


Fig. 11.2. Sculă diamantată de găurit.

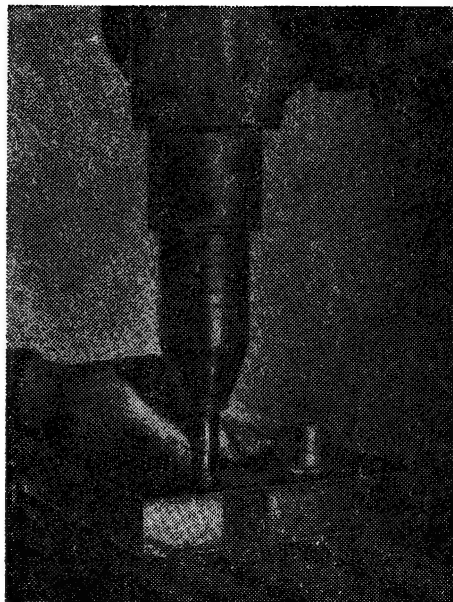


Fig. 11.3. Mașina verticală de găurit sticlă.

găurire poate fi diferită, de obicei însă o asemenea foreză poate face de la 100 pînă la 300 găuri, pînă la scoaterea din funcțiune dacă așezarea și regimul de lucru sînt bine reglate.

## 11.4. Prelucrarea marginilor la sticla plană

### 11.4.1. Forme de prelucrare a marginilor

Marginile sticlei se pot prelucra în cant drept sau semirotund. Marginea prelucrată poate să fie polizată (lustruită) sau nu.

Prelucrarea cantului se poate face prin următoarele mijloace :

- pe cale manuală folosind discuri de piatră în rotație ;
- pe cale manuală folosind mașini simple cu benzi abrazive ;
- mecanizat pe mașini complexe cu mai multe capete de prelucrare succesivă ;
- mecanizat pe mașini complexe cu capete de șlefuit și polizat cantul.

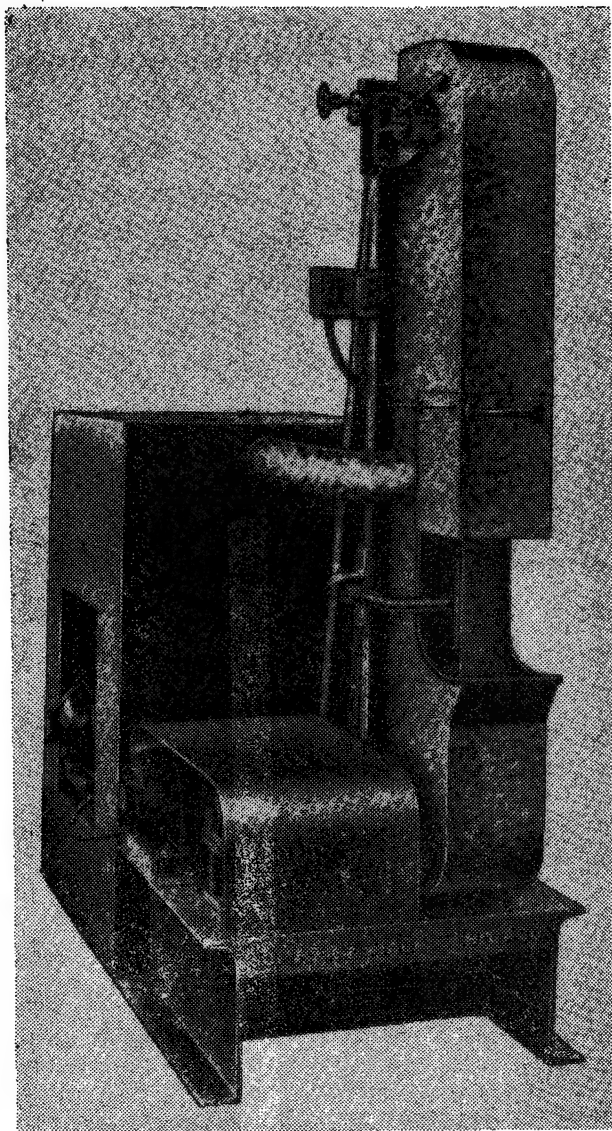


Fig. 11.4. Mașina de prelucrat cant cu bandă abrazivă.

**11.4.1.1. Prelucrarea manuală.** Prin frecarea marginilor sticlei de un disc de gresie sau de fontă se obține forma și gradul de finisare dorit. Operația se desfășoară în condiții de frecare lichidă, lichidul folosit fiind apa, o soluție abrazivă de nisip sau carbura de siliciu de diferite granulații. Dacă se prelucrează sticle groase și de dimensiuni mari atunci se folosesc cilindrii de gresie în rotație combinată cu o deplasare alternativă longitudinală, iar sticla se poate susține de 2—3 muncitori. Durata operației depinde de experiența operatorilor. Turația cilindrului de gresie este de obicei nu mai mare de 15 rot/min. Grosimea stratului îndepărtat 0,5 pînă la 2 mm.

**11.4.1.2. Prelucrarea manuală la mașini cu bandă abrazivă.** Acest gen de mașini simple sînt prezentate în fig. 11.4. Prelucrarea se face de operator purtînd succesiv perimetrul sticlei pe lîngă pînza abrazivă în mișcare (banda). Lățimea acestor benzi este variabilă după tipul mașinii și turația acesteia. Se obține o prelucrare grosieră, fără lustruire sau formate speciale pentru cant. Acest tip de mașină are inconvenientul că durata de funcționare a benzilor este limitată, iar calitatea prelucrării grosieră.

## **11.4.2. Prelucrarea la mașini cu scule diamantate**

La fabricarea modernă s-a trecut la folosirea de discuri diamantate la prelucrarea marginilor. Discurile diamantate oferă avantajul unei productivități sporite, a unei calități superioare a prelucrării și a unei durate de funcționare mult mai lungi. Deși costul sculelor diamantate inițial este mai ridicat, raportat la lungimile prelucrate dă cele mai favorabile costuri de producție.

**11.4.2.1. Mașini de prelucrat cant cu scule diamantate fine la formate rectangulare.** *Mașini cu un cap de prelucrare.* Mașina se aseamănă cu o mașină de rectificat cu disc orizontal în mișcare de rotație. Foaia de sticlă așezată pe un suport articulată se deplasează succesiv cu perimetrul pe lîngă marginea discului în rotație. Drumul și viteza de deplasare se reglează manual, iar numărul de treceri al sticlei este funcție de precizia tăierii anterioare a sticlei. Trecerea se face în prezența unui lichid de răcire colectat și apoi recirculat. Mașini mai perfecționate pot prelucra succesiv mai multe foi de sticlă simultan. Foile de sticlă preluate de un sistem de lanțuri articulate deplasează laturile foilor pe deasupra unui disc diamantat în rotație. Discul diamantat poate avea pe suprafața exterioară două pînă la cinci canale de prelucrare.

*Mașini cu mai multe capete de prelucrare.* Aceste mașini sînt prezentate în fig. 11.5, a și b. Aceste mașini asigură prelucrarea can-

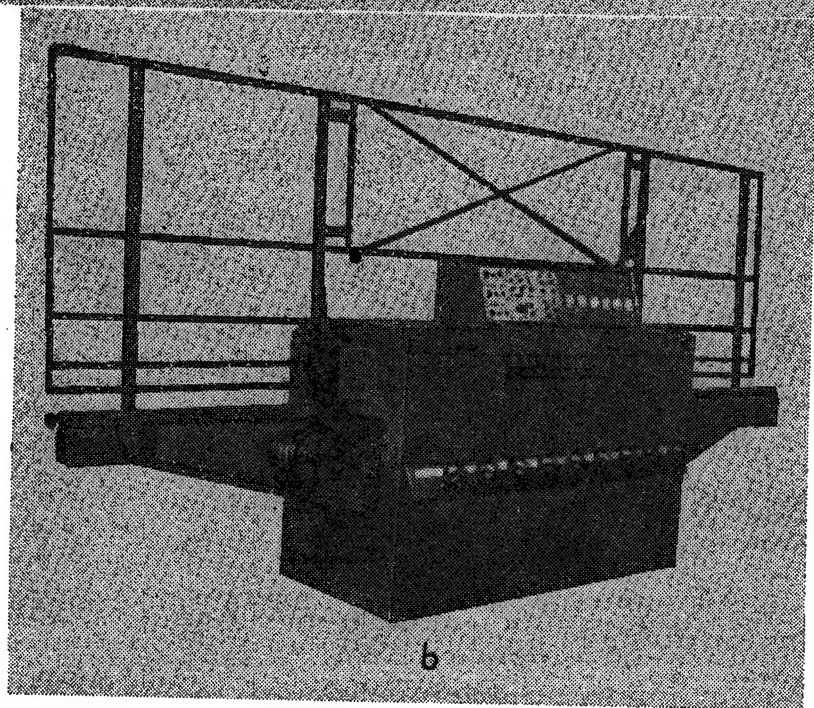
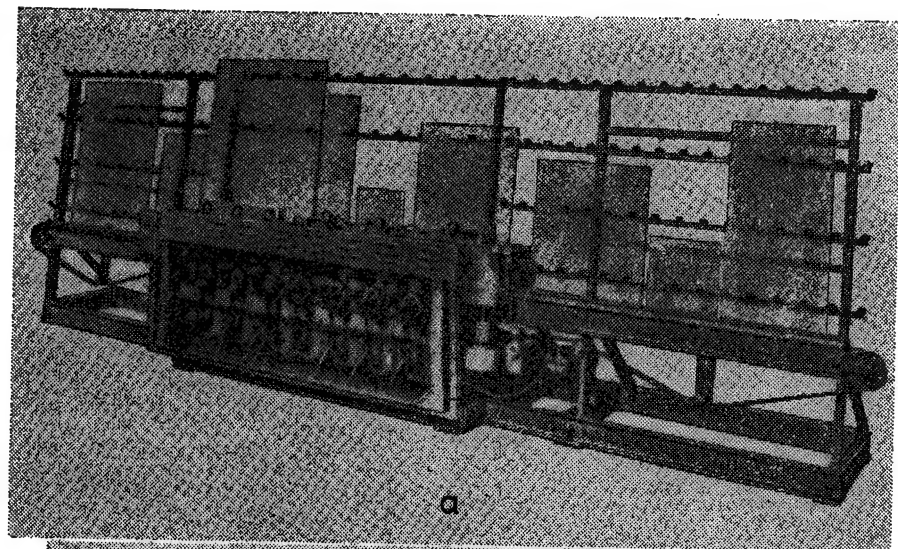


Fig. 11.5. Mașina de șlefuit cant cu șapte capete fixe (a). Mașina de șlefuit cant cu 9 capete fixe (b).



tului în diferite forme (rotund, semirotund sau drept cu cant teșit). Aceste mașini asigură și lustruirea cantului prelucrat.

Un sistem de lanțuri transportoare asigură deplasarea formatei de sticlă în poziție aproape verticală deasupra discurilor de prelucrare (capete). Forma suprafeței cilindrice a discurilor diamantate dă forma de prelucrare a cantului sticlei prelucrate. Prin proprie greutate se asigură apăsarea de prelucrare iar viteza de translație poate fi reglată în anumite limite (3—6 m/min). Fiecare cap de prelucrare este echipat cu un disc cilindric diamantat la suprafața sa radială. Fiecare disc este dimensionat după faza din operație care o execută. Trecerea are loc în condiții de frecare umedă, lichidul de răcire fiind apă sau soluții apoase uleioase colectate și recirculate.

În fig. 11.5, b se prezintă o variantă modernă a acestei mașini, cu 12 capete dintre care 5 capete execută șlefuirea și 5 capete lustruirea cantului prelucrat. Aceste mașini, de obicei, pot prelucra geamuri cu grosime pînă la 8 mm.

Pentru sticlele cu grosimi mai mari de 8 mm se folosesc mașini specializate cu capete de prelucrări deplasabile pe tot perimetrul foi de sticlă. Sticla se așază pe un sistem de preluare cu ventuze iar pe cele două părți ale semiperimetrului se deplasează succesiv sau sincron cărucioare cu discuri diamantate care execută prelucrarea marginilor.

La producție de mare serie schimbarea dimensiunilor se face foarte rar. Se folosesc mașini de prelucrat succesiv două laturi de tip conveier. Foaia de sticlă antrenată de rulouri este deplasată între două rînduri de capete de prelucrare prevăzute cu discuri diamantate. După o trecere se obțin două margini complet prelucrate și rigurose paralele.

Dacă formatele nu sînt rectangulare ci circulare, prelucrarea marginilor se face pe mașini specializate similare cu cele arătate în fig. 11.6. Aici foaia de sticlă tăiată circular se așază în poziție orizontală fixată de o serie de ventuze amplasate pe un cap, în mișcare de rotație. Foaia de sticlă în mișcare de rotație se deplasează printre 6 capete racordate cu o articulație sferică și avans comandat automat. Grosimea stratului desprins depinde de numărul de treceri și de raportul dintre turațiile reciproce ale discului de sticlă și ale discurilor diamantate care echipează fiecare cap.

La unele variante ale acestei mașini, foaia de sticlă are o poziție fixă iar capetele se deplasează succesiv pe conturul foi de sticlă supusă prelucrării. Mașina are un plus de adaptabilitate, putînd fi

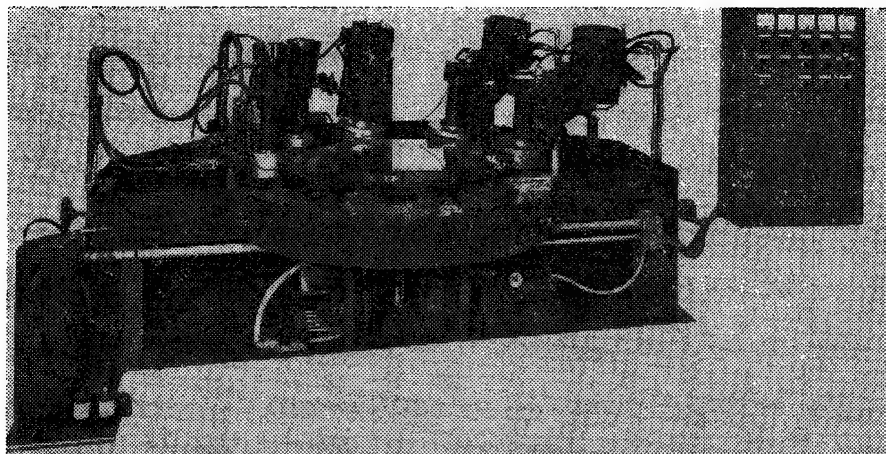


Fig. 11.6. Mașina de șlefuit cant, formate rotunde, cu masă rotativă și capete oscilante.

mai ușor de reglat după mărimea formatului de sticlă prelucrată. De obicei acest tip de mașină este utilizată la prelucrarea sticlelor groase de la 8 la 18 mm.

#### 11.4.3. Mașini de prelucrat cant și fațetă la formate rectangulare (bizoutat)

Aceste mașini destinate unei producții de mare serie execută simultan cu prelucrarea cantului și prelucrarea marginii într-o anumită pantă la anumită lățime. Curent aceste mașini de execuție și a fațetei se numesc mașini de fațetat sau bizoutat. Acest gen de prelucrări se execută pe mașini specializate. De obicei prelucrarea se face la foi avînd o poziție aproape verticală. Mașina este prezentată în fig. 11.7.

Foia în poziție aproape verticală este luată de un transportor, compus din două seturi de tălpi de cauciuc verticale care sînt puse în mișcare de un lanț cu zale articulate. Sub transportor se plasează capetele de prelucrare dotate cu scule diamantate (discuri) în mișcare de rotație. Forma suprafeței laterale a discului se face de așa natură încît acest disc să prelucreze simultan atît cantul cît și marginea (fațeta). Fiecare cap execută o fază din operație. Foia de sticlă prinsă de transportorul de cauciuc își deplasează perimetrul succesiv deasupra discurilor de șlefuire. După terminarea operației de șlefuire brută, există o serie de discuri de gresie după care discuri de

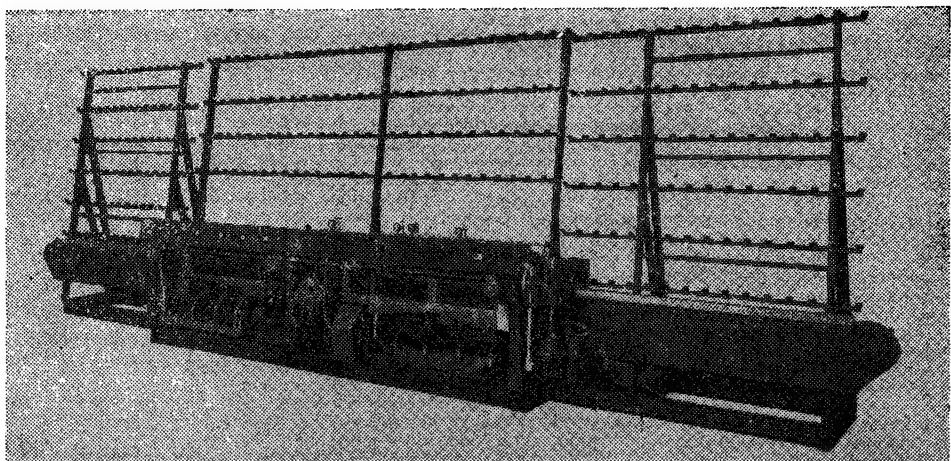


Fig. 11.7. Mașina de prelucrat cant și fațetă la formate rectangulare.

pislă folosind o soluție de oxid de ceriu execută lustruirea suprafețelor prelucrate pînă acestea devin perfect transparente și bine lustruite. Șlefuirea se face de obicei la capetele de șlefuire într-un mediu de răcire foarte abundent, lichidul de răcire fiind recirculat.

Foaia de sticlă la trecerea prin mașină obține o prelucrare completă la una din laturi. Succesiv se supun aceluiași operații toate laturile pe care dorim să le prelucrăm.

La aceste tipuri de mașini de obicei primele discuri diamantate au pe exterior osuprafață abrazivă. Granulația abrazivului la capetele de degroșare variază de la 60/80 pînă la 80/100 mesh. La ultimele capete granulația este de obicei 140/170 pînă la 170/200 mesh. Concentrația normală este de 3 carate/cm<sup>3</sup>.\*

Viteza de avans a plăcii de sticlă poate varia de la 0,6—2,5 m/min. Mașina poate prelucra sticlă cu grosime de la 4 mm pînă la 15 mm. Adîncimea de prelucrare este variabilă în funcție de grosimea sticlei prelucrate și faza de operație.

Astfel, la grosimi de 5 mm la eboșare se ia o grosime de 0,5 mm iar la finisare 0,3 mm. La grosimi de 15 mm adîncimea stratului prelucrat la eboșare ajunge la 1,5 mm iar la finisare de 0,6 mm.

Durata unui set de scule poate asigura o funcționare neîntreruptă a mașinei de pînă la 3 000 ore.

Înălțimea maximă a foi de sticlă prelucrată este de obicei 2 000 mm.

---

\* După Impregnated Diamond Products.

#### 11.4.4. Mașini de prelucrat cant la modele cu forme variabile

Aceste mașini pot prelucra de obicei cantul și fațeta fără însă a lustrui fațeta prelucrată.

Aceste tipuri de mașini se pot grupa în două categorii.

**11.4.4.1. Mașini de prelucrat cant la modele cu forma variabilă după șablon.** La aceste mașini foaia de sticlă tăiată la dimensiuni foarte apropiate de dimensiunile produsului finit se prinde printr-un sistem de ventuze cu vid în poziție, de obicei, verticală. Capul de fixare se rotește în plan vertical în jurul axei sale. În paralel în poziția similară simetrică se montează un șablon de tablă cu dimensiunile finale ale produsului finit. Capul de prelucrare, cu braț în consolă, susține un disc diamantat de prelucrare în rotație și un palpator care urmărește perimetrul șablonului metalic. Prin copiere în acest fel se obține sticla prelucrată pe canturi la dimensiunile dorite. În practică aceste mașini se folosesc la producția în serie în special cea destinată securizării pentru industria de autovehicule.

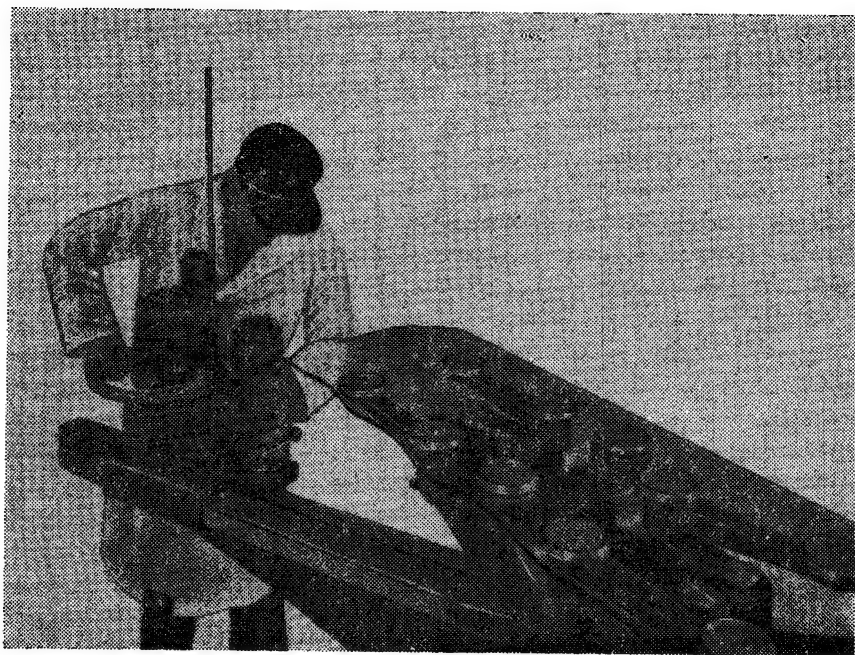


Fig. 11.8. Mașina de șlefuit cant fără șablon la formate variabile.

**11.4.4.2. Mașini de prelucrat cant la modele cu forma variabilă fără șablon.** Acest tip de mașină este prezentat în fig. 11.8.

Aceste mașini pot prelucra cantul la geamuri plane în grosime de la 4 la 18 mm.

Foaia de sticlă tăiată la dimensiuni apropiate de forma finală se așază pe o masă orizontală de prindere. Prinderea se face de obicei prin intermediul unor discuri-ventuze racordate la un sistem general de depresiune.

Scula diamantată susținută de un cap mobil plasat pe un braț articulată se deplasează succesiv pe conturul foii de sticlă efectuând prelucrarea. În zona de prelucrare se găsesc lângă discul de șlefuire perii din fire de mase plastice plasate într-un jet puternic de apă de răcire. Apa de răcire joacă și rol de transportor antrenând odată cu ea și produsele rezultate din prelucrarea sticlei. Regimul de lucru, avans și presiunea de lucru se aleg de operator după grosimea geamului și îndemânarea muncitorului. Acest gen de mașini se utilizează la prelucrarea de produse unicate cu grad mare de prelucrare (oglinzi fantezie, oglinzi venețiene).

## Fabricarea geamurilor securizate

### 12.1. Generalități. Principii de fabricație. Clasificarea geamurilor securizate

Geamurile cu caracter de securitate, menite să asigure în afara transparenței și siguranța în exploatare, au apărut în fabricație în a doua jumătate a secolului al XIX-lea și s-au răspândit foarte mult în ultimele două decenii. Dezvoltarea acestei producții a fost determinată de dezvoltarea construcțiilor de autovehicule și mijloace de transport, iar în construcții de dezvoltarea pe verticală a construcțiilor civile și industriale.

La autovehicule și mijloacele de transport odată cu creșterea vitezelor de circulație, s-a impus luarea de măsuri de securitate care să confere anumite condiții de siguranță conducătorului și personalului transportat. Geamul obișnuit la orice grosime are o rezistență mai mică la eforturi de tracțiune și la șocuri mecanice. Spargerea este însoțită de apariția unor spărturi tăioase care antrenate în momentul impactului devin foarte periculoase. La clădirile industriale și civile dezvoltarea pe verticală a impus ca spargerea ferestrelor exterioare din diferite motive să nu permită căderea de bucăți grele, tăioase de la înălțimi mari care pot provoca accidente grave în cădere. Totodată acoperirea fațadelor de la clădiri cu panouri mari de sticlă a impus luarea de măsuri de creștere a rezistenței mecanice a acestora.

În trecut se foloseau foarte mult la clădiri geamurile opacizate sau ornamentate după sablare. Foaia de sticlă prin atacarea ei cu particulele de nisip dirijate frontal cu viteze mari, capătă o suprafață mată. Aceste geamuri sablate matizate puteau fi folosite în acest mod sau se acopereau la exterior cu diferite modele căpătînd denumire de geamuri muslin sau givrat. Uneori se practica atacarea suprafeței (gravarea acestora) cu vapori de acid fluorhidric sau dife-

rite fluoruri. Toate aceste geamuri, deși cu aspect exterior deosebit de frumos, datorită rezistenței mecanice slabe la șoc mecanic și la tracțiune, nu puteau asigura o garanție deosebită în exploatare.

Producerea geamurilor securizate s-a orientat către două direcții :

- obținerea unor geamuri cu rezistență sporită la șoc mecanic iar cioburile rezultate prin spargere netăioase, cu granulație controlată garantată după spargere ;

- obținerea unor suprafețe de sticlă, care deși cu rezistență mecanică sporită să nu permită răspîndirea spărturilor (cioburilor).

Prima tehnologie s-a definit ca tehnologia geamurilor securizate punînd în valoare calitățile mecanice superioare care se pot obține prin tratamente termice la sticlă.

A doua categorie de procedee a fost finalizată prin armarea sticlelor plane cu folii de mase plastice cu proprietăți de aderență și transparență. Perfecționarea procedeelor de fabricație la foliile de polivinil butirol au dus la obținerea geamurilor multistratificate cu calități deosebite.

O a treia categorie de produse de securitate se poate realiza prin tratamente chimice care duc la îmbunătățirea calităților mecano-termice ale produselor din sticlă plană.

Comercial produsele sînt cunoscute după marca producătorului din fiecare țară sau uzina fabricantă.

## 12.2. Fabricarea geamurilor securizate

Creșterea rezistențelor mecanice la șocuri se poate obține prin încălzirea lentă și omogenă a sticlei, urmată de o răcire rapidă în anumite condiții de difuzare și dirijare a aerului de răcire. Printr-o răcire rapidă, straturile exterioare se vor răci mai repede decît cele din interior. Din aceste considerente datorită micșorării de volum la exterior vor apărea eforturi interioare de compresiune. Straturile interioare avînd o răcire mai lentă vor avea o reducere mai mică de volum, fapt ce va da naștere la niște eforturi de tracțiune (întindere).

Între zonele cu eforturi de compresiune și cele cu eforturi de tensiune (tracțiune) vor exista întotdeauna două planuri cu eforturi interioare nule (planuri neutre).

Datorită introducerii acestor eforturi interioare, sticla capătă proprietăți mecanice deosebite de rezistență.

Sticla recoaptă nu are tensiuni interne. Dacă o asemenea sticlă este supusă unei acțiuni de îndoire pe fețele ei vor apărea două eforturi egale (forțe interioare) de sensuri contrare una de compresiune pe fața exterioară și una de tracțiune pe fața interioară. Valorile acestor tensiuni vor descrește de la exterior către interior trecând prin planuri de tensiune nule. Placa de geam va rezista acestei îndoiri atâta timp cât forța exterioară de tracțiune nu va depăși limita de rezistență a geamului, adică eforturile interioare apărute nu vor depăși pe cele admisibile ale sticlei la tracțiune.

Dacă aceeași operație de îndoire se aplică la o sticlă răcită brusc, aceste două forțe interioare de compresiune și de tracțiune nu vor mai fi egale, eforturile de compresiune pe suprafețele exterioare vor crește foarte mult. Eforturile de tracțiune vor fi mult mai mici. Cum eforturile de compresiune admisibile sînt cu circa 20 de ori mai mari decît cele de tracțiune, sticla astfel securizată își crește rezistența mecanică de aproape 20 de ori.

Pe aceste schimbări a rapoartelor de rezistență se bazează securizarea geamurilor plane și curbe.

#### **12.2.1. Fabricarea geamurilor securizate plane și curbe în poziție verticală**

Primele instalații de securizare s-au făcut la geamurile plane iar ulterior la geamurile curbe pe linii verticale.

Securizarea pe verticală se desfășoară pe o instalație care are în principal următoarele elemente :

- cuptor de încălzire, încălzit pe cale electrică sau cu gaze ;
- o zonă de răcire forțată cuprinzînd două tobe simetrice alimentate de la un ventilator de mare debit și presiune. Suprafețele care vin în apropiere de sticlă au pe ele o serie de găuri cu diametre variabile în care se introduc o serie de duze din aluminiu sau cauciuc ce concentrează pe suprafața sticlei jetul de aer. Tobe de răcire au dispozitive mecanice, care le permit să se deplaseze paralel una față de cealaltă iar distanța dintre ele să poată fi reglată ;

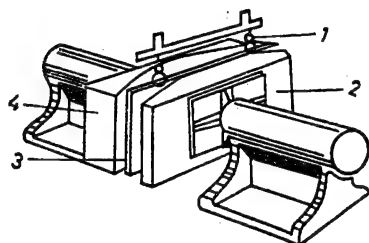
- un transportor vertical continuu, care poate lucra în tact comandat, în funcție de faza tehnologică de execuție a operației sau un electroplan ce se deplasează, de asemenea, în poziții dinainte stabilite. Sticla se prinde cu ajutorul unor clești speciali prin presare în poziție verticală de partea ei superioară. Transportorul o introduce în cuptorul de încălzire. Cuptorul are o ușă cu deschidere automată etanșă. Sticla se încălzește omogen la o temperatură sub limita de deformare, de obicei 650°C, pe o durată de 5—7 min în funcție de



suprafața și grosimea ei. După încălzire, transportul aduce sticla încălzită între jeturile de aer sub presiune de la cele două tobe de răcire. Răcirea durează de obicei 2—3 min. Presiunea aerului de răcire este de la 420 la 600 mm H<sub>2</sub>O. Debitele folosite variază de la

Fig. 12.1. Presă de curbare pentru geamuri securizate curbate :

1 — clește de prindere a benzii de geam ;  
2 — matrița de presare ; 3 — volum de sticlă ;  
4 — matrița de presare.



60 000 pînă la 100 000 m<sup>3</sup>/h. După răcire sticla securizată este adusă de transportor într-o nouă poziție unde se lasă fie în aer liber, fie într-un curent slab de aer puțin încălzit sau chiar rece.

Dacă se dorește să se obțină o formă curbată se execută cîteva operații în plus și anume :

— după încălzire, sticla se introduce între două matrițe curbate placate cu azbest sau țesătură din fire de sticlă ;

— după curbare matrița se retrage, și prin ea, fiind prevăzută cu orificii calibrate, se pornesc jeturile de aer de răcire. La unele instalații, după operația de curbare, sticla curbată se deplasează între alte două tobe de răcire.

La producția de masă sau serie mare se preferă primul tip de instalație. Cea de a doua variantă se utilizează la serii mici, matrița de curbare fiind făcută din elemente metalice articulate cu posibilități de modificare a formei foarte ușoare.

Asemenea instalații pot securiza geamuri în grosimi de la 5 pînă la 12 mm (fig. 12.1). Productivitatea unor asemenea instalații este de la 30 la 120 000 m<sup>2</sup>/an la geamuri plane și de 15 000—75 000 m<sup>2</sup>/an la geamuri curbate.

### 12.2.2. Fabricarea geamurilor securizate plane și curbe în poziție orizontală

Aceste linii de fabricație execută încălzirea și răcirea foi în poziție orizontală. Sticla poate să se deplaseze fie pe un covor de rulouri metalice căptușite cu șnur de azbest sau fir de sticlă, fie pe o pernă de fluid încălzit. Aceste instalații în flux continuu de fabri-

cație de mare capacitate tind să se generalizeze în majoritatea fabricilor producătoare.

O asemenea instalație cuprinde în principal următoarele părți componente :

— un tunel termic executat din tronsoane care se assemblează unul cu celălalt. Tronsoanele sînt executate din tablă refractară și sînt căptușite la partea interioară cu materiale de izolație de eficiență ridicată (ciment refractar, vată minerală, țesătură de izolație).

Tunelul cuprinde 5 zone principale :

- Zona A — de introducere a foi pe cale automată ;
- Zona B — zona de încălzire cu control pirometric ;
- Zona C — zona de omogenizare termică ;
- Zona D — zona de răcire prealabilă și finală ;
- Zona E — zona de uniformizare termică a sticlei.

Un transportor continuu este executat de obicei din rulouri. În zona A ele sînt rulouri metalice ; în zona B și E ele se acoperă cu șnur din material izolator, iar viteza de deplasare a foi este diferențiată în fiecare zonă, viteza conducătoare fiind cea din zona de încălzire.

Un sistem de jeturi dirijează aerul pe ambele suprafețe ale foi de așa natură ca întreaga suprafață să fie uniform și rapid răcită. Dacă se dorește realizarea de geamuri curbe, după tunelul de încălzire se introduce un sistem de curbare similar cu cel prezentat la securizarea verticală dar foaia se curbează în poziție orizontală. După răcirea cu aer, sticla se trece printr-o instalație de răcire și spălare cu apă. Uneori în zona de încălzire se introduce un jet circular de bioxid de sulf în jurul rulourilor din zona de încălzire, care să împiedice aderența sau deformarea locală a suprafeței încălzite.

Foile se așază pe conveyerul de preluare una lîngă alta, acoperind întreaga suprafață. Ele sînt supuse încălzirii și răcirii bruște într-un anumit interval de timp variabil după grosimea foilor ce urmează a se securiza. De obicei zona este încălzită cu rezistențe electrice pînă la 750°C. Durata unui ciclu de fabricație complet poate dura de la 6 la 12 min. Temperatura sticlei la intrare este de 21°C iar la ieșire de maximum 65°C. În zona de răcire distanța dintre duzele de răcire variază de la 25 pînă la 30 mm. Presiunea aerului de răcire este diferențiată la cele două suprafețe. La partea superioară presiunea este de 650—750 mm H<sub>2</sub>O, iar la partea inferioară 450 la 500 mm H<sub>2</sub>O. La geamurile subțiri (3 mm) presiunea ajunge la 1 500—1 600 mm H<sub>2</sub>O.

Viteza în zone de încălzire a foi de geam este de obicei în jur de 1 m/min, iar în zona de răcire ajunge la 6—8 m/min. În tabelul 12.1. sînt date comparativ principalele caracteristici ale liniilor de fabricație europeană existente și în R.S.R. și cele de fabricație americană.

Tabelul 12.1

Caracteristicile principale ale liniilor orizontale de securizare

Denumirea parametrului	Unitate de măsură	Linii europene (Sovietice)	Linii americane (Armstrong — Glass — Corp).
Suprafața minimă securizată	m <sup>2</sup>	0,2	0,2
Lățimea foi, max.	m <sup>2</sup>	1,5	1,9
Lungimea instalației	m	32,5	40
Lățimea instalației	m	1,9	2,20
Puterea instalației	kW	500	865
Grosimea sticlei securizate	mm	4—12	3,2—12
Viteza de lucru			
— încălzire	m/min	1	1
— răcire	m/min	5	5—7
Temperatura maximă de încălzire	°C	720—750	750
Presiunea maximă a aerului de răcire	mmH <sub>2</sub> O	650—750	650—800
Producția obținută	m <sup>2</sup> an	700 000	1 123 000

### 12.3. Fabricarea geamurilor securizate de tip multistrat (triplex)

Acest produs se obține prin lipirea pe toată suprafața a două sau trei foi de sticlă. Lipirea se face folosind ca elemente de lipire o folie din polivinil butiral ideală la acest procedeu și care la 150°C într-o autoclavă se transformă devenind transparentă și cu calități superioare de adeziune. Asamblarea poate fi de forma plană sau bombată după necesități.

Acest produs prezintă proprietăți mecanice de rezistență, iar în momentul spargerii, spărturile rămîn lipite de pelicula de folie în condiții de perfectă transparență.

Liniile de fabricație cuprind următoarele părți componente :

— mașini și dispozitive de tăiere după șablon, pentru formate speciale ;

- mașină de spălat suprafața de sticlă ;
- matriță metalică de curbare a foilor perechi ;
- cuptor de curbare ;
- instalație de pregătire și derulare a foliei de polivinil butiral ;
- dispozitive de așezare a geamurilor și a foliei ;
- o instalație de prelaminare ;
- autoclavă ;
- controlul final al produsului.

Tehnologia de fabricație decurge astfel :

Foile de sticlă tăiate la dimensiunile dorite, spălate, se așază pe suport metalic cu curbura calculată funcție de curba produsului finit. Între foile ce urmează a se curba, de obicei curbându-se simultan cele două foi ce formează ansamblul final, se plasează un material de distanțare foarte fin (tera silica).

Foile depuse pe suportii metalici de curbare se introduc în cuptorul de curbare, care poate fi fix la producția de unicate sau conveier de curbare la producția de mare serie. La o temperatură de maximum 650°C sticlele se înmoaie și sub sarcina proprie se curbează după forma șablonului pe care sînt așezate.

După ce foile se răcesc în regim controlat, cele două foi curbate împreună se controlează după un șablon metalic de control și se prind cu cleme de stringere.

Folia de polivinil butiral derulată într-o cameră climatizată ferită de surse de praf se așază între cele două foi curbate. Pachetul se trece apoi printre două valțuri de cauciuc care au scopul de a scoate aerul și a presa foile de folie. Apoi pachetul se introduce într-un cuptor de încălzire, unde se menține la o temperatură de pînă la 100°C pe o durată variabilă, folia devenind parțial transparentă și adezivă. După ce toate pachetele de sticlă astfel formate sînt controlate, se introduc într-o autoclavă unde la o temperatură de 200°C și presiune redusă are loc transformarea finală a foliei de polivinil butiral și obținerea produsului finit.

După scoaterea foilor din autoclavă acestea se supun unui proces de calmare (răcire în mediu controlat) după care produsul se controlează ca dimensiuni, formate și caracteristici optice și se ambalează.

Capacitatea de producție a liniilor de fabricație a geamurilor multistrat variază între 100 000 și 300 000 m<sup>2</sup>/an. Dimensiunile produse sînt limitate de gabaritul interior al autoclavei. Curent aceste produse nu depășesc o suprafață de 2 m<sup>2</sup>/buc. Grosimea produsului este variabilă de la 5 mm pînă la 18 mm.

Grosimea foliei folosite poate fi de 0,36 ; 0,5 ; 0,76 mm. Geamul plan folosit este un geam selecționat cu distorsiuni optice foarte reduse.

Dacă folia are proprietăți absorbante, acestea se transmit produsului finit care capătă și el proprietăți reflectorizante sau absorbante după calitatea foliei folosite și a sticlei introduse la fabricarea produsului multistrat.

Pe acest principiu făcând aceste operații cu trei foi de sticlă și două straturi de folie sau  $n$  straturi de sticlă și  $(n-1)$  straturi de folie se obțin sticlele multistrat cu destinație de protecție specială.

Ele au dezavantajul că transmisia luminii se reduce.

## Fabricarea geamurilor dublu izolatoare

### 13.1. Principiile de fabricație

Creșterea exigențelor în cea ce privește sticla plană pentru construcție a obligat pe producători să caute noi soluții care să confere produsului calități superioare de izolație fonică și termică. Creșterea suprafețelor acoperite cu geamuri plane a dus la realizarea de soluții arhitectonice deosebite. Datorită calităților slabe de izolant termic și fonic ale sticlei simple au apărut mari pierderi de căldură și totodată efecte sonore neplăcute.

Din necesitatea de a se ameliora calitățile termice și fonice fabricanții au introdus în producție geamurile dublu izolatoare. În principiu un geam dublu izolant este constituit din două foi de sticlă plane, distanțate una de alta prin intermediul unui distanțier, lipit de cele două foi de sticlă. Se realizează astfel între cele două foi un interspațiu cu aer uscat cu calități de izolator fonic și termic.

Suprafețele interioare ale celor două foi de sticlă astfel constituite trebuie să rămână curate și perfect transparente pe o perioadă de mai mulți ani, cit este garantat produsul. Pe perioada de garanție între cele două foi pe suprafața lor interioară nu trebuie să se depună praf, condens sau alte fenomene susceptibile să reducă transparența acestui ansamblu de geamuri.

Prin această soluție se ameliorează calitățile termice și fonice ale produsului.

Coeficientul de transmisie  $h$  al unei suprafețe este densitatea fluxului de căldură care se schimbă între aer și perete prin radiație și convecție pentru o diferență de temperatură de  $1^{\circ}\text{C}$  între aer și perete. Coeficientul de transmisie diferă pentru suprafața interioară a peretelui și suprafața exterioară a peretelui. El se măsoară în  $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grad}$ .

De obicei  $h_i = 7 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$

$h_e = 18 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$  corespunzător unui vînt cu o viteză de la 2 la 3 m/s.

Coeficientul de transmisie globală al unui perete se calculează cu formula :

$$k_f = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_e}} \quad (13.1)$$

în care :  $h_i$  și  $h_e$  sînt coeficienții de transmisie ai suprafețelor interioare și exterioare ;

$e$  este grosimea peretelui, în m ;

$\lambda$  — coeficient de conducție. La sticlă se consideră de obicei  $0,864 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ .

Rezistența termică este de obicei inversul coeficientului de transmisie :

$$r_i = \frac{1}{h_i}, \quad (13.2)$$

$$r_e = \frac{1}{h_e}. \quad (13.3)$$

În cazul unui geam simplu, în grosime de 3 mm, rezistența termică a acestuia se poate lua ca suma

$$r_i + r_e = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = \frac{1}{7} + \frac{1}{18} = 0,20 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C/kcal}. \quad (13.4)$$

Coeficientul de transmisie globală ia valoarea din formula (13.5) :

$$k_f = \frac{1}{r} = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}. \quad (13.5)$$

Dacă se face același raționament la un geam dublu izolator cu distanța între foi de 4,5 mm se ajunge la următorul rezultat :

— schimbul superficial dintre suprafețele exterioare ale celor două foi va fi de :

$$r_i + r_e = 0,20 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C/kcal} \quad (13.6)$$

— lama de aer uscat de 4,8 mm cuprinsă între cele două foi va avea rezistența termică  $r_a$  cu valoarea din formula :

$$r_a = \frac{1}{7} = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C/kcal}. \quad (13.7)$$

Coeficientul global de transmisie al panoului dublu izolator va avea următoarea valoare :

$$k_f = \frac{1}{0,20 + 0,14} = 2,8 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}.$$

De aici se observă cum caracterul de izolator termic al panoului dublu izolant se îmbunătățește deosebit de mult.

Din calculele făcute de diferite firme, folosirea geamului dublu izolator în construcții prezintă deosebite avantaje iar costul suplimentar rezultat din executarea acestor panouri în comparație cu folosirea geamului simplu se recuperează în numai trei ani prin economia de căldură (combustibil) care se realizează în această perioadă.

În afara acestor avantaje, geamul dublu izolator duce la înlăturarea efectului de condensare care apare pe vitrine în perioadele reci ale anului ca și efectul de perete rece deosebit de neplăcut. În plus, aceste geamuri dublu izolatoare duc și la reducerea zgomotului creînd un plus de confort acustic. Un panou de acest tip cu grosimea lamei de aer de 12 mm poate realiza o atenuare a zgomotelor de la fața exterioară la fața interioară de la 34 până la 37 dB. Datorită acestor calități începînd din perioada anilor 1935—1940 acest produs sub diferite forme a apărut în Europa și în Statele Unite. După 1945 dezvoltarea lui a fost deosebită ajungînd ca după anul 1970 consumul să crească deosebit. El se comercializează sub diferite denumiri după diferiți producători ai lui.

Fabricația inițială a început prin realizarea etanșezării cu masticuri sau lianți normali. Odată cu perfecționarea aliajelor neferoase se răspîndește procedeul de metalizare și sudură metal-sticlă. În ultima perioadă odată cu progresele deosebite realizate în fabricarea chiturilor de lipire și etanșare, procedeul de fabricare prin lipire cu chituri se dezvoltă din nou.

În țara noastră primele produse de acest tip s-au fabricat la Scăieni în perioada 1958—1968. După anul 1972 se dezvoltă această producție prin tehnologia metalizării și sudurii (sudarea distanțierului metalic de stratul metalizat depus pe sticlă).

### 13.2. Fabricarea geamurilor dublu izolatoare prin lipire

Realizarea unei lipituri etanșe și rezistente este o problemă dificilă deoarece acest produs este supus la diferite solicitări. Solicitățile mecanice apar atît la transport cît și pe perioada de exploatare.



Montat într-o construcție, trebuie știut că geamul primește vibrații de la clădire și acesta vibrează de două ori mai mult la partea sa superioară față de partea inferioară.

Solicitățile termice duc la dilatări și contracții. La un ansamblu de aluminiu și sticlă dilatățile termice pot ajunge la 0,64 mm/m, iar contracțiile la 0,56 mm/m.

Pereții de sticlă joacă și rolul unor membrane, ei lucrând la depresiune/suprapresiune după variațiile barometrice ale climei. La solicitările mecanice trebuie adăugate fenomenul de îmbătrânire care apare frecvent la unele materiale; pierderea aderenței și a coeziunii chitului folosit ca și pierderea elasticității chitului de lipire. Solicitățile chimice sînt cele mai periculoase, ele pot să ducă la deteriorarea calităților de adeziune a chiturilor sub acțiunea razelor ultraviolete, a vaporilor de apă, a diferitelor particule chimice din atmosferă etc.

La această tehnologie un geam dublu izolant se compune din următoarele elemente :

- două foi de sticlă plană ;
- rama distanțier — sau tub distanțier ;
- produsele desicante (pentru absorbția vaporilor de apă din interior) ;
- chitul de lipire al distanțierului de suprafața sticlei ;
- manșonul exterior (uneori).

Geamul folosit în grosimi de 4 sau 5 mm poate să fie geam tras, geam șlefuit, geam ornament simplu sau securizat.

Materialul pentru distanțiere poate fi de obicei din oțel galvanizat, aluminiu extrudat, aluminiu profilat. Distanțierele din PVC sau cauciuc vulcanizat de obicei nu au dat rezultate și au fost abandonate.

Oțelul galvanizat are o serie de avantaje ca :

- alungire (dilatare mică) (0,14—0,16) mm/ml ;
- buna rigiditate ;
- o foarte bună aderență pentru lipire ;
- toleranțe mici în grosime.

Prezintă însă dezavantajul unor costuri din cele mai ridicate.

Aluminiul profilat sau extrudat are o serie de avantaje economice dar are coeficientul de dilatație și contracție ridicat (0,56—0,64 mm/m), o mai slabă rigiditate și aderență decît oțelul. Dacă se compară coeficientul de dilatație la trei materiale utilizate, ei au următoarele valori :

- |                   |  |
|-------------------|--|
| — sticlă șlefuită | $= 8 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  |
| — oțel            | $= 12 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ |
| — aluminiu        | $= 24 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ |

Materialele pentru lipire folosite de obicei în prezent sînt : izobutilena (izopren) sau polisulfidele combinate cu rășini epoxidice sau poliuretane.

Chiturile pe bază de izobutilenă cu cel mai ridicat preț nu dau fenomene de îmbătrînire prematură, se dizolvă foarte greu, au puterea de adeziune și coeziunea ridicată și indicele VTM (indicele de transmisie al vaporilor de apă), practic negliabile. Celelalte chituri deși la prețuri mai reduse au dezavantajul unei îmbătrîniri mai rapide, sensibilitate la anumiți agenți chimici și un indice VMT ridicat (Vapor, Moisture-Transmission). Din aceste considerente se renunță la aceste chituri din ce în ce mai mult.

Materialele desicante au menirea ca introduse între foi să adsoarbă umiditatea conținută de volumul de aer cuprins între pereții panoului. De obicei se folosește o silice amorfă pură, anhidră denumită silicagel.

Tehnologia de fabricare de obicei este simplă folosind multă muncă manuală și dispozitive de lucru.

Sticla se taie la dimensiunile solicitate, apoi se lipește pe una din foi distanțierul, se aduce a doua foaie care se lipește de distanțier cu chit, iar apoi cu ajutorul unor pompe de injecție specializate se introduce pe la exterior chitul de lipire sub presiune. Se execută uscarea sau tratamentul adecvat după chitul folosit. La interior se introduce în tuburi cantitățile necesare de silicagel.

După mărimea formatelor se poate monta și la exterior pe margine o manta de protecție (teacă) din metal care să ușureze transportul și să crească rezistența produsului la solicitările mecanice.

### **13.2.1. Fabricarea geamurilor dublu izolatoare prin metalizare și sudură**

Un asemenea geam dublu izolator cuprinde următoarele elemente :

- două foi de sticlă ;
- distanțier metalic din aliaje neferoase.

Sticla folosită este de aceeași calitate ca și la celălalt procedeu. Distanțierul de obicei se execută dintr-un aliaj de plumb, cositor și bismut sub forma unui profil extrudat, cu o decapare la suprafață. Grosimea distanțierului este de 9 sau 12 mm. La comenzi speciale se poate folosi un distanțier mai puțin gros (5—6 mm). Tehnologia de fabricație este în principal următoarea :

Foile de sticlă perechi se taie la dimensiunile dorite. După aceea pe tot perimetrul la fețe interioare cu o lățime pînă la un centimetru se depune prin metalizare un strat subțire de cupru. Operația se face pe un conveier continuu, unde se alimentează cu bare de cupru groase, un cap de metalizare fix și care depune particule de metal pe marginea foi. Perimetrul foi pe interior este deplasat succesiv pe sub capul de metalizare. Se realizează o peliculă continuă de cupru metalic pe suprafața interioară a sticlei. Se sudează apoi distanțierul de pelicula metalizată. Pentru sudură se folosește o sirmă din aliaj de cupru, cositor, bismut într-o flacără produsă de arderea propanului în oxigen. Operația se face pe cale manuală cu dispozitive de ghidare și alte dispozitive ajutătoare. Se așază apoi cea de a doua foaie, care are de jur împrejur o peliculă de cupru depusă prin metalizare și apoi cu același sistem se execută sudura definitivă. Printr-un orificiu lăsat în distanțierul metalic se introduce în interior aer uscat și apoi orificiul se închide prin lipire.

După această operație se face un control cu lichide colorate pentru verificarea etanșeității produsului.

În acest sistem se pot realiza suprafețe pînă la 6 m<sup>2</sup>.

Produsul se execută cu dificultate. Se cer toleranțe foarte strînse la grosimea geamului și dimensiunile distanțierului metalic. Materialele metalice de foarte bună calitate asigură totuși calități foarte bune produsului. Prețul acestuia este mai ridicat decît la procedeul de lipire cu chituri.

### 13.3. Fabricarea geamurilor dublu izolatoare prin lipire sticlă pe sticlă

Procedeul este deosebit de modern, fiind introdus în fabricație după anul 1960. Firma Saint-Gobain l-a introdus și comercializat sub numele comercial Tegé. De obicei grosimea lui totală este de 11,2 mm. Coeficientul global de transmisie  $k=2,8 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$  iar coeficientul de atenuare fonică  $Q$  de 34 dB.

Foile de sticlă prin încălzirea marginilor se curbează una către cealaltă. Apoi prin presarea la cald cu dispozitive de presare se realizează lipirea celor două margini. În acest fel se obține o margine curbă continuă etanșă. Piesa în rotație se deplasează prin fața unor arzătoare care o încălzesc la cusătură.

După sudura celor două piese, marginea sudată este supusă unui tratament de detensionare în cuptoare cu încălzire electrică. Acest

tip de produs tinde să se generalizeze, datorită avantajelor deosebite care le prezintă și anume :

- costuri reduse de fabricație ;
- eliminarea elementelor intermediare din metal ;
- durata de garanție practic nelimitată ;
- perfecta etanșeitate și comportare deosebit de bună la vibrații.

Materialul prezintă însă un plus de fragilitate și necesită precauții deosebite la montaj, transport și manipulare. Producerea lui este economic avantajoasă dacă seria de fabricație la aceeași dimensiune este foarte mare.

## Fabricarea oglinzilor

### 14.1. Principii de fabricare a oglinzilor

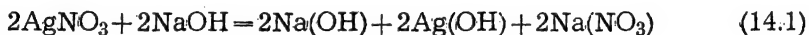
Oglinda ca obiect de podoabă este cunoscută din cele mai vechi timpuri. În secolul al XIX-lea și al XX-lea industria oglinzilor a suferit o revoluție tehnică deosebită, trecându-se de la procedeele manuale la marea producție industrială pe linii de mare capacitate.

Ca principiu, pe suprafața de sticlă se depune un strat de argint obținut printr-o succesiune de reacții chimice, peste care se așază apoi pelicule protectoare metalice și pelicule opace. Reacțiile se desfășoară în condiții termice controlate.

De obicei, se prepară o soluție de azotat de argint cu apă demineralizată cu grad ridicat de puritate și cu amoniac și o soluție de hidroxid de sodiu cu amoniac. În practică se amestecă întâi azotatul de argint cu apă și apoi se adaugă amoniacul. Aceste două soluții sînt utilizate pentru argintare.

Pentru reducere se folosește, de obicei, zahăr în soluție cu acid sulfuric și aldehidă formică.

Reacțiile care au loc se desfășoară de obicei în următoarea formă :



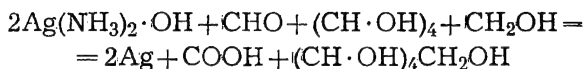
Hidroxidul de argint este instabil și se descompune



Prin adăugarea de amoniac se formează complexul argintoamoniacal



Complexul arginto-amoniacal se reduce prin adăugarea soluției reducătoare (glucoza și formaldehidă în mediu acid)



Película metálica de cobre se obtiene por reducción de una solución de sulfato de cobre con polvo de zinc y se deposita sobre la película de plata. De ordinario, antes de comenzar la operación de plateado se hace o activación de la superficie de vidrio usando una solución de cloruro de estano.

Para la protección de las partículas se emplea uno o más estratos de lacas de protección. Inicialmente se hacía una protección con lacas sobre base de resinas bituminosas pero a medida que se perfeccionaba el resque de las resinas sintéticas las lacas comienzan a prepararse usando resinas sintéticas.

Se pueden también obtener espejos por el método manual usando una mezcla de mercurio y cosido, pero con el tiempo esta tecnología deosebit de peligrosa debido a la presencia de los vapores de mercurio ha sido abandonada. A medida que se perfeccionaba la tecnología del vidrio se hacía lugar a lo que en la actualidad es la tecnología de deposición de estratos metálicos por vaporización y deposición en vacío. Por el contrario, a este procedimiento se emplea el aluminio, que reemplaza totalmente al plata en la realización del estrato reflectante.

## 14.2. Instalaciones usadas en la fabricación de espejos

### 14.2.1. Línea continua de fabricación de espejos (convección)

Estas instalaciones aseguran una producción continua de calidad en condiciones de economía.

O también una línea contiene en principal las siguientes elementos en la sucesión del flujo tecnológico :

— un transportador con rodillos metálicos cubiertos con segmentos de caucho accionado por un grupo de accionamiento con posibilidad de regulación de la velocidad de trabajo. La longitud de este puede variar de 50—80 m ;

— la parte de colocación del geam. De ordinario aquí se prevén dispositivos con ventosas o basculantes que alimenten la hoja de geam sobre los rodillos del transportador ;

— la parte de preparación — lustre ;

— la máquina de lavado y secado (activación) de la superficie de vidrio ;

— la zona de estropicio con agua caliente ;

— la cabina de plateado ;

- zona liberă de control a argintării ;
- cabina de cuprare ;
- zona de uscare prin suflare cu aer ;
- zona de uscare ;
- zona de încălzire ;
- zona liberă pentru evaporarea părților volatile ale lacului de protecție ;
- zona de uscare a lacului și de absorbție a vaporilor din lacuri ;
- zona liberă de prerăcire a geamului după uscare ;
- zona de răcire cu aer ;
- zona de spălare și curățire ;
- zona de uscare cu aer ;
- zona de preluare.

Ca anexe la conveier există instalații de preparare a apei demineralizate, instalații de compresoare cu sisteme de filtrare, care să împiedice pătrunderea uleiului în soluții și instalația de preparare a soluțiilor cu sistemul de pompare, instalația de recuperare a soluțiilor folosite în argintare.

Procesul de producție se desfășoară în felul următor :

Foaia de sticlă se așază pe rolele transportorului. Ea se deplasează intrînd sub două rînduri de perii cilindrice care se rotesc în jurul axei proprii și în paralel suportul lor de susținere execută o mișcare rectilinie alternativă. Curățirea se face aducînd în zona perilor prin pompare (pulverizare) o soluție fie de oxid de ceriu, fie de oxid roșu de fier pentru polizare. Foaia suportă apoi o spălare după care intervin din nou două rînduri de perii cilindrice care execută curățirea suprafeței și aplicarea unei soluții de clorură stanoasă (100 g clorură la 100 l de apă). Ultimele rînduri de perii înlătură această soluție.

Foaia de sticlă se spală apoi cu apa demineralizată caldă și se introduce în cabina de argintare. Aici există și 3 pistoale duble care pulverizează soluțiile de argintare.

În practică se utilizează următoarele soluții :

Soluția I — 430 g azotat de argint și 630 cm<sup>3</sup> amoniac.

Soluția II — 390 g hidroxid de sodiu și 350 cm<sup>3</sup> amoniac.

Aceste două soluții se pulverizează odată cu soluția de reducere din 245 g dextroză, 17 cm<sup>3</sup> acid sulfuric și 42 cm<sup>3</sup> formaldehidă. Nămolul care rezultă după această operație este colectat și recuperat. În aceeași cabină pe un pod de susținere sînt montate pistoale care pulverizează apa ce înlătură urmele de nămol de la argintare. Pistolul acționat prin lanț execută o deplasare transversală perpendiculară pe direcția de înaintare a foi de geam. Urmează apoi operația de cuprare, care se execută într-o cabină închisă. Există aici două

poduri prevăzute cu pistoale de pulverizare care execută o deplasare transversală față de direcția de înaintare. Pulberea de zinc (200 g praf de zinc la 100 l de apă) este pompată de la un rezervor ținut în permanență în stare de agitare, la duzele de pulverizare, iar soluția de sulfat de cupru (300 g sulfat de cupru, 200 cm<sup>3</sup> acid sulfuric la 100 l de apă) la alt rind de duze (pistoale) de pulverizare. Din reacție rezultă o peliculă continuă de cupru metalic care aderă pe pelicula de argint. După ce se execută o nouă spălare cu jet de apă urmează o operație de uscare, aerul fiind insuflat pe ambele părți ale foi de la o suflantă de aer.

Sticla spălată se usucă apoi folosind surse de radiație cu raze infraroșii.

Odată operația de uscare terminată, se începe operația de lăcuire, la care se pot adopta două variante tehnologice :

- tehnologia prin pulverizare (dublă lăcuire) ;
- tehnologia prin perdea de lac.

În tehnologia de lăcuire prin pulverizare lacul se aplică de obicei cu ajutorul unor pistoale în două straturi. Primul strat joacă rol de lac de protecție iar al doilea de lac de acoperire.

Pulverizarea se face folosind pistoale cu deplasarea transversală față de direcția de înaintare a foi de sticlă.

Se aplică întâi lacul de protecție. Lacul pe bază de rășină sintetică, dizolvat cu 25—30% paraxilen se pulverizează realizându-se un strat cu grosime de 15—20  $\mu$ . Stratul se supune apoi la uscare într-un tunel încălzit cu radiații la 100°C și pe o durată de 10 min.

Urmează apoi a doua zonă unde se execută o lăcuire de acoperire printr-o tehnologie similară, realizând un al doilea strat de acoperire. Urmează apoi o zonă de vaporizare unde părțile volatile ale lacului se evaporă. Se continuă apoi uscarea într-un tunel la o temperatură de 120°C pe o durată de 5—6 min. Lacul capătă duritatea dorită.

Urmează apoi o răcire liberă scurtă și apoi o răcire forțată care aduce geamul la temperatura mediului ambiant.

Oglinda se spală cu apă rece după care se execută o ultimă spălare cu soluție de clorură ferică și uscare, după care oglinda se poate tăia, prelucra și ambala.

Acoperirea prin perdea de lac se execută cu un singur lac. Instalația cuprinde o pompă de construcție specială care alimentează un cap de distribuție prevăzut cu o fantă transversală lată cât lățimea foi de sticlă. Foaia de sticlă pe un transportor specializat căruia i se pot imprima diferite viteze, trece cu viteză ridicată prin perdeaua de lac ce se formează pe sub fanta capului de distribuție. Lacul aderă



la suprafața sticlei continuu, iar restul cade într-un bazin de colectare de unde este reintrodus în circuitul de lucru.

Reglarea peliculei de lac se face variind grosimea fantei, viteza de deplasare a foii de sticlă și viscozitatea lacului folosit.

De obicei se folosește o diluție de 25% cu ortoxilen sau paraxilen. Stratul ajunge până la o grosime de  $50\mu$ . Durata de uscare a acestuia este de 5 min la o temperatură de  $120^{\circ}\text{C}$ . Uscarea se face numai în cuptoare tunel cu încălzire cu radianți. După lăcuire, tehnologia de fabricație și la aceste variante este similară cu cea descrisă anterior.

Asemenea conveiere în flux continuu pot realiza, de obicei, parametri tehnico-economici arătați în tabelul 14.1.

*Tabelul 14.1*

**Caracteristicile tehnice principale ale liniei de fabricat oglinzi prin procedee continue**

Capacitate de producție, $\text{m}^2/\text{an}$ efectiv	600—1 000
Viteză de lucru a conveierelor, $\text{m}/\text{min}$	0,5—1—1,5
Lățimi de lucru favorabile, $\text{m}$	1,6—1,8
Consum de azotat de argint, $\text{g}/\text{m}^2$	6—7
Grosimea peliculei de argint, $\mu$	100—200
Consum de argint pur, $\text{g}/\text{m}^2$	1
Consum de sulfat de cupru, $\text{g}/\text{m}^2$	20—30
Consum de pulbere de zinc, $\text{g}/\text{m}^2$	
Consum de apă demineralizată, $\text{l}/\text{m}^2$	12—15
Grosimea peliculei de lac folosită, $\mu$	40—80
Consum specific de lac:	
— varianta pulverizare,	200—250
— perdea de lac, $\text{g}/\text{m}^2$	150—180

Se remarcă faptul că în ultima perioadă în procesul de fabricație azotatul de argint se înlocuiește parțial cu aliaje neferoase complexe care au redus consumul de azotat de argint până la  $2\text{ g}/\text{m}^2$ .

## 14.2.2. Instalații discontinue de fabricare a oglinzilor

**14.2.2.1. Instalații discontinue de fabricat oglinzi plane sau curbe cu depunere de argint și protejate cu lac.** Aceste instalații folosesc fie turnarea pe cale manuală a soluțiilor fie cu ajutorul unor dispozitive de turnare. Soluțiile folosite sînt următoarele :

— o soluție cuprinde 5 g azotat de argint,  $500\text{ cm}^3$  apă distilată,  $30\text{ cm}^3$  amoniac 10% și 10 g hidroxid de sodiu ;

— o a doua soluție de reducere, formată din 2 000 cm<sup>3</sup> apă distilată, 500 g dextroză, 6 cm<sup>3</sup> (63%) amoniac și 0,9 cm<sup>3</sup> iod pur.

Se lucrează de obicei cu raport de 50% și 50% din ambele soluții. La piesele cu forme de revoluție, se așază piesa pe un suport în mișcare de rotație într-o cabină închisă. La partea superioară prin două duze horizontale se aduc cele două soluții sub presiune sub un jet de aer distribuit de o duză plasată între virfurile celor două duze de injecții a soluțiilor. În acest fel se amestecă cele două soluții care sînt dirijate cu un aer comprimat pe corpul supus argintării. După depunerea peliculei de argint, sticla argintată se protejează cu o peliculă de silicat de aluminiu, prin pulverizare cu un piston cu aer comprimat.

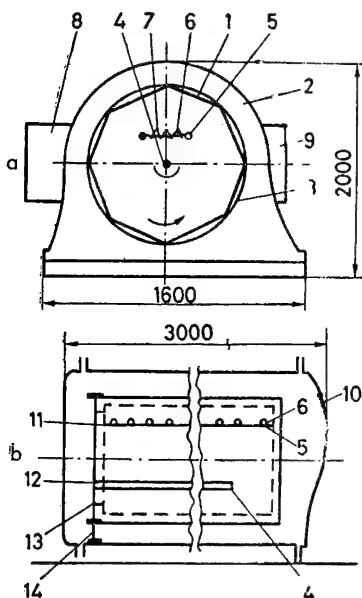


Fig. 14.1. Instalație de fabricare oglinzi prin vaporizare în vid tip U.V.Z.M. :

a — secțiune transversală prin cabina de depunere ; b — secțiune longitudinală prin cabina de depunere ; 1 — foi de sticlă ; 2 — carcasă fixă ; 3 — carcasa suport rotativă ; 4 — conducta de ionizare ; 5 — suport ; 6, 7 — fir de susținere din wolfram a foliei de aluminiu ; 8 — instalație de vacuum ; 9 — panou electric ; 10 — hublouri de vizitare ; 11, 12 — racorduri electrice ; 13 — coroană dințată ; 14 — pinion de acționare.

Uscarea se face în etuve staționare. Încălzirea primară se face de obicei încet pe o durată de aproximativ 2 ore până la 200°C iar apoi se menține la o temperatură constantă în etuvă, încă o durată de 4 ore.

La unele instalații etuva se poate înlocui cu cuptoare de uscare de diferite tipuri din zidărie sau metal.

**14.2.2.2. Instalații de fabricare a oglinzilor prin depunere de metal prin metoda vaporizării și depunerii în vid.** La acest tip de instalații, stratul de argint este înlocuit cu o depunere metalică, realizată într-o instalație specializată. Aceste instalații se prezintă în două variante ;

— Varianta la care piesa ce se va acoperi este într-o mișcare de rotație, varianta folosită curent la fabricarea oglinzilor plane. Ca principiu acest tip de instalație cuprinde (fig. 14.1) :

— o carcasă fixă racordată la o instalație de producere a vidului ;

— o carcasă mobilă în interiorul celei fixe de secțiune hexagonală pe fiecare latură a hexagonului existînd un sistem de așezare fixă

a geamului și acționată la capăt printr-o coroană dințată. Carcasa mobilă execută o mișcare de rotație în jurul axei orizontale ;

- un suport de susținere din fire de wolfram (fix) ;

- conducte de ionizare ;

- rezistență de încălzire care susține foițele de aluminiu supuse vaporizării.

Carcasa mobilă are de obicei o rotație cu o viteză de 3 pînă la 4 rot/min. De obicei foile de geam supuse acoperirii au dimensiunea maximă de  $1,6 \times 0,5$  m. Se așază gata prelucrate la margini și bine spălate în carcasa rotativă. Pe suportul de wolfram se așază foile de aluminiu supuse vaporizării cu o grosime de 0,1 mm. În centrul etuvei se află un filtru electronic al atmosferei interioare. Carcasa se închide perfect etanș cu ajutorul unei uși laterale.

Instalația de producere a vidului cuprinde, de obicei, o pompă de vacuum cu ulei, care realizează o depresiune de  $9 \cdot 10^{-4}$  at și o pompă de difuzie. Filtrarea prin ionizare se face la o tensiune de 3 000 V și un curent de 3,5 A.

Vaporizarea foliei de aluminiu se realizează de obicei la o tensiune de 3—6 V și un curent de 50—60 A.

Ciclul de fabricație durează 18—20 m prin intermitență. Procesul tehnologic decurge în felul următor :

- se încarcă suportul cu folia de aluminiu necesară ;

- se așază geamurile gata pregătite pe suportul mobil care se poate roti și se începe rotirea acestuia ;

- se închide ușa de etanșare și se pornește filtrul de ionizare.

Durata curățirii volumului prin ionizare durează 2—3 min.

După aceasta începe prima operație de vacuumare pînă la  $10^{-4}$  at. Urmează apoi încălzirea firului de wolfram la 60 A și 3 V.

În toată această perioadă suportul mobil este pus în mișcare de rotație (4 rot/min).

Odată cu vaporizarea foliei de aluminiu, particule mici metalice se depun pe suprafața interioară a foilor în rotație.

După terminarea operației de depunere care se urmărește tot timpul printr-un vizor special, se deschide carcasa și se scot afară foile pe care s-au depus particulele de aluminiu, după care se supun unui proces de lăcuire prin pulverizare și de urcare în etuve speciale.

O asemenea instalație de tip U.V.7.M. P.K.B. Riga — U.R.S.S. poate produce  $650 \text{ m}^2/24$  ore. Suprafața maximă aluminizată este de  $1,6 \times 0,5 \text{ m}^2$ . Consumul de aluminiu este de 3 g aluminiu pur/ $\text{m}^2$ . Datorită acestui consum redus de aluminiu acest tip de oglinzi tinde să înlocuiască pe scară tot mai largă procedeul de argintare cu depunere de argint.

## Fabricarea firelor și fibrelor de sticlă

### 15.1. Generalități. Descrierea procedeelor de fabricație

Sticla, material deformabil la cald, prezintă o mare aptitudine de a se trage sub formă de baghete sau filamente. Prin topirea sticlei și apoi transformarea acesteia în fire cu secțiune rotundă se obțin fire cu calități mecanice deosebite (rezistență deosebită la alungire și calități estetice). Se pot obține diametre de la  $1\mu$  ( $1/1\ 000$  mm), ceea ce permite ca dintr-un kg de sticlă să se obțină 4 000 km de fir, la o viteză de tragere ce poate ajunge pînă la 180 km/h, adică 50 m/s.

Primele fire de sticlă au apărut de mult în lume. O fabricație industrială a început în a doua parte a secolului al XIX-lea. Primele țesături de fire au apărut în anul 1893, prezentate de firma „Libbey Owens“. În prezent firele de sticlă au căpătat o folosire deosebită industrială datorită în principal următoarelor calități :

- o suprafață specifică mare pe unitate. Porozitatea fiind de la 92 la 99,8% cu o greutate specifică de la 5 la 200 kg/m<sup>3</sup>. Această proprietate conferă firelor din sticlă calități izolatoare deosebite ;
- firele de sticlă nu sînt combustibile, punctul de înmuiere variind de la 500 la 1000°C. Acest fapt conferă calități izolante superioare produselor fabricate din fire de sticlă ;
- au caracteristici de absorbție fonică ;
- o rezistență chimică superioară la agenții chimici corozivi ;
- au caracteristici fizice superioare (alungire redusă, rezistență la întindere ridicată). Firele continue, tratate chimic se pot răsuci și țese. În combinație cu poliesteri se pot obține produse capabile să înlocuiască metalele și plăcile de oțel. În domeniul maselor plastice, firele de sticlă, sub diferite forme (țesute, tocate) dau acestora proprietăți mecanice superioare.

După modul lor de folosire firele de sticlă se clasifică în două grupe mari :

- fire de sticlă continue, cunoscute în general sub denumirea de fire „textile“. Ele se obțin la un preț ridicat, dar au rezistențe mecanice mai bune ;

- fire de sticlă pentru izolație, în general cunoscute sub denumirea de „vată de sticlă“.

După principiile de fabricație, se poate face următoarea clasificare :

- tragere mecanică — pe tambur — din filamente continue sau discontinue ;

- fibrilizare prin centrifugare ;

- fibrilizare prin procedee combinate — tragere sau pulverizare prin fluide sau gaze calde.

Procedeele industriale combină în general aceste principii de fabricație și ele au apărut după primul război mondial. Primele brevete (Gossler) au apărut în jurul anilor 1920—1921. Ulterior au apărut și alte numeroase brevete în acest domeniu.

Procedeele de tragere mecanică, utilizate industrial în prezent, sînt procedeele Gossler și Schuller, prezentate în fig. 15.1, *a* și *b*.

Procedeul Gossler are la bază alimentarea cu cioburi de sticlă într-un cuptor cu încălzire electrică, prevăzut la partea inferioară cu orificii calibrate. Firele trase vertical se înfășoară pe un tambur cu diametrul de la 250 la 300 mm. Se pot obține astfel fire lungi

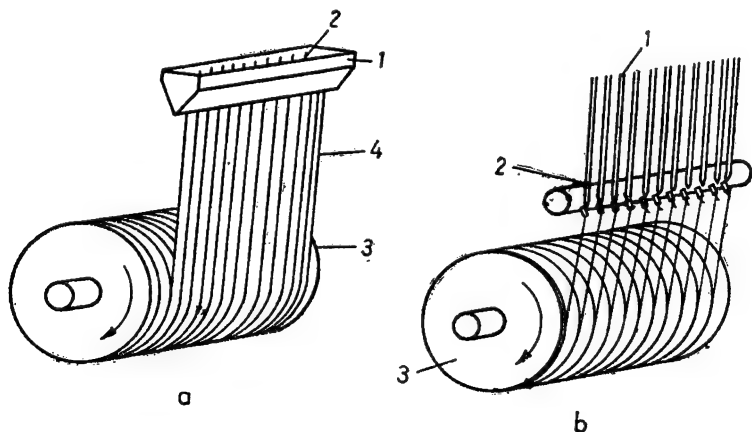


Fig. 15.1. Procedeul de tragere Gossler (*a*). Tragerea firului din baghete (Schuller) (*b*) :

1 — cuptor electric ; 2 — cioburi ; 3 — tambur ; 4 — fir de sticlă.

cu grosime de la 14 la 25  $\mu$ . Viteza de tragere ajunge la 10—20 m/s. Debitul de sticlă este totuși limitat la 120 kg/zi. Firele nu au calități textile, nu se pot răsuci satisfăcător și se utilizează cu precădere la izolații termice și fonice.

Procedeul Schuller pleacă de la materia primă sub formă de baghetă calibrată de 5—6 mm, iar încălzirea baghetei se face fie pe cale electrică prin rezistență, fie cu gaz natural. Fibrele produse prin acest procedeu au diametrul de la 12 $\mu$  până la 16 $\mu$ . Fibrele produse prin acest procedeu au calități textile ceva mai bune, putînd fi folosite la unele țesături și la împîslituri cu caracter de izolație.

## 15.2. Fabricarea firelor de sticlă din bile de sticlă

### 15.2.1. Fabricarea firelor de sticlă din bile prin tragere continuă

Fabricarea firelor de sticlă se execută pornind de la un semi-fabricat, bilele din sticlă cu diametrul variabil de 1—2 cm. Filamentul elementar continuu poate avea o grosime de la 5 la 12  $\mu$ . Sticla

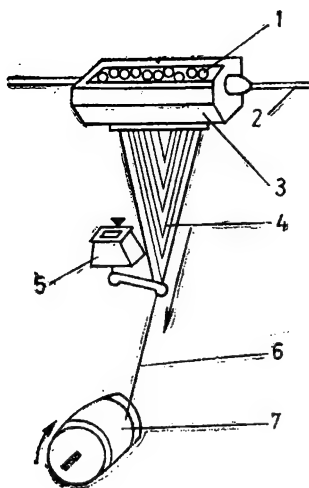


Fig. 15.2. Tragerea firului continuu.

folosită este de obicei o sticlă borosilatică cu un conținut de alcalii până la maximum 10%.

Bilele se alimentează mecanizat în cuptorul filieră 3, fig. 15.2. Cuptorul filieră execută topirea bilelor de sticlă la o temperatură până la 1200°C. Topirea se execută folosind ca sursă de energie, energia electrică. Sticla topită curge prin ochiurile filierei 3, dînd naștere

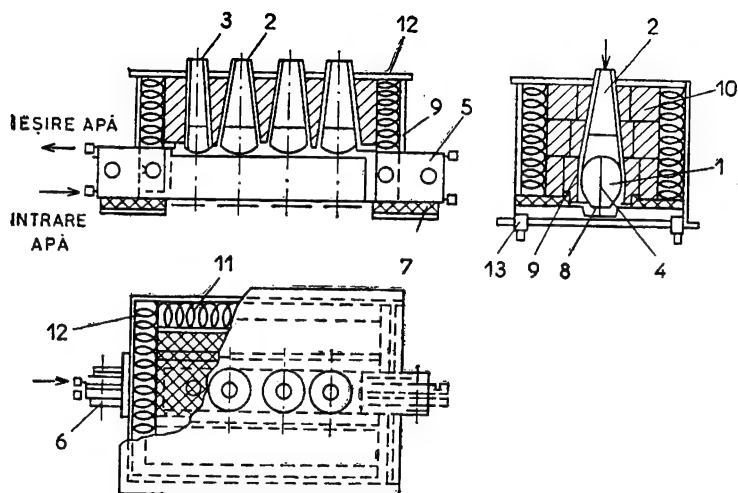


Fig. 15.3. Cuptor filieră (secțiune longitudinală; secțiune transversală; vedere în plan):

1 — rezervor; 2 — tuburi de încălzire; 3 — tub de introducere al acului de control nivel; 4 — rezistență de încălzire; 5 — bare de alimentare curent; 6 — șurub de strângere; 7 — suport din șamotă; 8 — orificiu calibrat; 9 — material de umplutură; 10 — zidărie refractară; 11 — rezistență de încălzire; 12 — vată de izolație; 13 — bolțuri reglaj.

la o grupare de filamente elementare 4, care sînt colectate și tratate prin instalația de ancolare 5. Se obține astfel un fir 6, care este înfășurat și tras pe tamburul 7 ce are o rotație în jurul axei sale cu posibilități de reglare a acestei turații.

În aceste condiții se obține un fir continuu de sticlă în bobine, denumit „strend“. Utilajul principal este cuptorul filieră 3 care se prezintă detaliat în fig. 15.3. Conform desenului el conține un rezervor cu pereții din aliaj de platin și iridiu, care are la partea inferioară niște orificii calibrate din același aliaj cu un diametru interior de la 1,3 pînă la 2,2 mm.

Numărul de orificii 8 poate fi de 50-100-200-400-800-1 200 în funcție de tipul produsului ce urmează a fi executat, el determinînd de obicei productivitatea unei asemenea instalații. Filierele cu 200 de orificii pot produce curent 100 kg de topitură/24 ore. La filierele cu număr sporit de orificii această producție poate să ajungă pînă la 300 kg/24 de ore. Sticla sub formă de bile se poate alimenta prin tubul 2. În filieră se montează un tub suplimentar 3 prin care se poate introduce o tijă cu ac de platină, care atinge suprafața sticlei topite și comandă alimentarea automată a cuptorului. În interiorul rezervorului 3 se introduce rezistența de încălzire suplimentară 4,

alimentată prin barele de cupru 5, răcite în permanență cu un circuit închis de apă de răcire. Rezervorul din aliaj de platin-iridiu este înzidit într-o masă refractară 9 care este un amestec de 80% oxid de aluminiu, 80% caolin și 120% deșeuri (tocătură) de azbest, cu apă la o consistență normală de lucru. Pe suprafețele exterioare sînt prevăzute rezistențe de încălzire 11 din sîrmă de cantal cu grosime de 1—2 mm, așezate într-o masă de șamotă (praf de șamotă) amestecată cu tocătura de fire de azbest sau vată de sticlă. Restul de spațiu este umplut cu zidărie refractară silico-aluminoasă sau de șamotă. Cuptorul filieră reazemă pe suportii 7 cu posibilități de reglare.

Bara de încălzire cît și pereții filierei 3 au o rezistență de aproximativ  $0,0015 \Omega$ , alimentată la un curent de 2 500 A și o tensiune de 3,5 V, printr-o instalație specială ce asigură o constantă de alimentare. Firele trase se grupează la dispozitivul de ancolare unde se execută și un tratament de acoperire a suprafeței cu o emulsie cu caracteristici variabile ce conferă firului proprietățile cerute destinației lui. Firul obținut astfel este înfășurat pe bobină. Bobinările au de obicei o turație de 3 000—3 500 rot/min. Grosimea firului obținut se realizează prin corelarea dintre diametrul orificiului de la filiera 8 și viteza de lucru a tamburului de înfășurare.

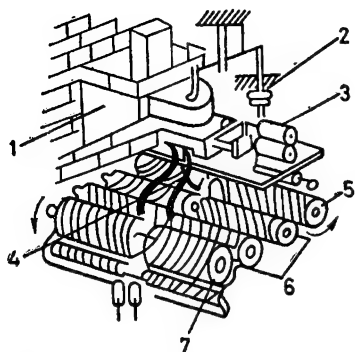


Fig. 15.4. Instalație de fabricat bile de sticlă (vedere parțială):

- 1 — alimentator cu fider; 2 — cuțit de tăiere;
- 3 — cilindru cu piston pneumatic; 4 — jgheab;
- 5 — tambur canelat; 6 — platformă de colectare;
- 7 — șneac de transport.

Timpul de realizare al unei bobine variază de la 6 la 10 min în funcție de grosimea firului fabricat.

De obicei la o grosime a orificiului de 1,2 mm se poate obține un filament elementar de 3—5  $\mu$  iar la o mărime a orificiului de 2,1—2,2 mm, diametrul firului obținut atinge 10—13  $\mu$ .

Dacă se folosește o sticlă de tip E temperatura de topire este de 1 200°C. La sticlele de tip A și C ea nu depășește 1 180°C.

Pentru fabricarea bilelor se folosesc instalații specializate, așa cum se arată în fig. 15.4.



Topitura obținută într-un cuptor de construcție specială adecvat sticlei care se topește, alimentează prin alimentatorul 1, prevăzut cu foarfecă de tăiere, jgheaburile 4. Picăturile cad în canalele spirale ale tamburilor 5. Picătura de sticlă avansează în canalele tamburelor în rotație pînă la capătul acestora de unde cad pe niște jgheaburi colectoare, care le aduc la șnecurile transportoare 7, ce le evacuează apoi către două buncăre metalice de preluare.

În tabelul 15.1. se dau caracteristicile tehnice ale utilajului de fabricație sovietică A.S.Ș.

*Tabelul 15.1*

**Caracteristicile tehnice principale ale mașinii de fabricat bile de sticlă**

Denumirea caracteristicii tehnice	U/M	Mărimea
Perechi de valțuri	buc.	3
Pasul canalului de pe valț	mm	28
Turația valțurilor	rot/min	50 ; 55 ; 60
Presiunea aerului comprimat	at	0,3—1,5
Debit de aer	m/min	0,3
Debit de apă	l/h	120
Putere instalată	kW	1,7
Greutatea	t	2,2
Productivitatea	t/24 h	2,5—3,5

Gama de diametre fabricate :

$2 \pm 0,15$  mm ;  $2,4 \pm 0,15$  mm ;  $3 \pm 0,2$  mm ;  $4 \pm 0,25$  mm ;  $5 \pm 0,25$  mm ;  $6 \pm 0,30$  mm ;  $7 \pm 0,30$  mm ;  $8 \pm 0,30$  mm ;  $10 \pm 0,50$  mm.

**15.2.2. Fabricarea firelor de sticlă din bile prin procedeul firului discontinuu**

Procedeul este cunoscut sub denumirea de procedeul „verraïne”.

Bilele de sticlă se introduc în cuptorul filieră 1. Filamentele elementare de sticlă curg prin orificiile filierei și sînt tăiate de jetul de aer comprimat dat prin conducta 2, fig. 15.5. În drumul lor firele discontinue se ancoleză într-o emulsie injectată prin dispozitivul de injecție 7. Apoi firele cad pe tamburul 9 în mișcare ce este prevăzut pe suprafața sa cu orificiu cu diametrul de 1—2 mm. Tamburul 9

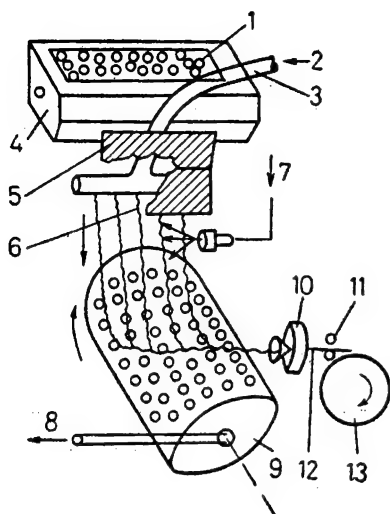


Fig. 15.5. Fabricarea firelor din filamente discontinue (schema de principiu):

1 — bile de sticlă; 2 — aer comprimat; 3 — alimentare cu curent; 4 — cuptor filieră; 5 — ecran; 6 — filamente discontinue; 7 — ancolare; 8 — aspirație; 9 — tambur perforat; 10 — răscire; 11 — role; 12 — fibră răscuită; 13 — tambur de înfășurare.

este conectat prin tubul de aspirație 8 la o instalație de absorbție a aerului.

Fibrele fabricate prin procedeul discontinuu au calități mecanice mai slabe, dar au unele calități superioare ca material izolant. Firele continue fabricate din bile prin cele două procedee, dar mai ales cele fabricate prin procedeul continuu au o deosebită utilizare în industria modernă.

Datorită faptului că fabricarea firelor prin folosirea bilelor duce la consumuri exagerat de mari de energie electrică și termică, firmele americane și apoi și cele europene au trecut la fabricarea firelor prin procedee continue direct din topitură. Se execută cuptoare specializate cu refractare bazice (cromatice), iar filierele se amplasează direct la capătul cuptorului în diferite poziții prelucrând direct topitura în fir. Cuptoarele se produc cu ca-

pacitate de topire de la 1 000 la 5 000 kg/24 de ore, fiind echipate cu 10—25 filiere de tragere, fiecare având 100—200—400—800—1 200 de orificii de tragere. Tehnologia această, mult mai economică, este aplicată cu succes la fibrele compuse din filamente elementare de la 6  $\mu$  în sus. Fibrele cu filamentele elementare sub 6  $\mu$  se fabrică în continuare în majoritate prin procedeul cu bile. Procedeul necesită calități deosebite ale topiturii, omogenitate termică și chimică foarte avansate și un conținut de bor ridicat.

Informativ sticla borosilicatică de tip E are aproximativ următoarea compoziție în oxizi:

54,1—54,5%  $\text{SiO}_2$

13,8—15%  $\text{Al}_2\text{O}_3$

4 — 4,5%  $\text{MgO}$

16,2—16,5%  $\text{CoO}$

9 — 9,5%  $\text{B}_2\text{O}_3$

0,5— 2%  $\text{MgO} + \text{CaO}$

0,4%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Materiile prime folosite în general sînt nisipul, cuarțul, calcarul, caolinul sau alumina calcinată, acidul boric sau colemanita, fluorura de calciu, sulfatul de amoniu și sulfatul de sodiu.

Sticla de tip E are excelente calități mecanice de tragere și o deosebită compatibilitate cu prezența rășinilor poliesteric.

Calitățile deosebite care se conferă firului se datoresc foarte multe și calităților speciale ale materialelor de ancolare. În principal acești ancolanți trebuie să confere produsului compatibilitate cu celelalte substanțe cu care firul urmează să vină în contact, să dea calități de flexibilitate firului, să împiedice apariția curenților de electricitate statică etc. În general ancolanții se grupează în următoarele categorii :

- agenți de cuplare ;
- agenți de uleiare ;
- agenți antistatici ;
- agenți adezivi.

Agenții de cuplare se diferențiază după scopul unde se utilizează acest fir. Din gama acestora fac parte volantul, trinitroglicerina hidrogenată vegetală, rășinile epoxidice, malenice, acidul nitrocrilic în soluție de izopropanol etc.

Agenții adezivi sînt de tipul policlorurii de vinil și rășinii poliesteric. Agenții de uleiare sînt foarte diferiți, conținînd de obicei în diferite proporții : parafină, acid stearic, acid oleic, ulei de transformator, vaselină, agenți fixatori pentru culoare, gelatină și apă.

Firele continue obținute cu număr variabil de filamente se poate grupa în două grupe principale ;

- firul textil ;
- firul pentru roving.

Firul textil are filamentul elementar cuprins între 3 și 9  $\mu$ . El are calități elastice deosebite și se pretează la răsucire, ulterioră, numărul de răsuciri pe lungimea unui metru putînd varia de la 40 la 500 după destinația sa ulterioară.

Noțiunile care îl caracterizează sînt următoarele :

**Titlul firului elementar.** Sub această denumire se definește masa produsului, titlul fiind raportul dintre masa firului și lungimea acestuia. În prezent titlul are ca unitate „Texul”. 1 tex este greutatea în grame a 1 000 m de fir. Titlul este o unitate de măsură directă. În practica industrială se utilizează deci texul, el exprimă greutatea în

decigrame a 1 000 m de fir sau greutatea în grame a 10 000 m de fir. Exemplu, un fir de 110 decitex — prin aceasta se înțelege că 1 000 m cîntăresc 110 decigrame. În trecut pentru a se defini aceeași noțiune se utiliza noțiunea de număr metric — acesta fiind de fapt lungimea în kilometri a unui kilogram de fir textil ;

- natura sticlei folosite ;
- diametrul mediu al filamentului elementar care compune firul 5—13 mm ;

- numărul firelor de bază asamblate în prima cablare ;

- numărul firelor cablate în a doua cablare ;

- tipul de ancolant folosit ;

- numărul de spire pe metru în sensul Z și apoi S.

Exemplu : E.S. 13—700×2×2—T<sub>2</sub> 160/150

E = sticla de tip E

S = fabricația continuă. Se poate adapta și litera C — ceea ce înseamnă fir continuu ;

13 — diametrul în microni al filamentului elementar ;

700×2×2 — firul de bază are 700 decitex, răsucit în două sensuri și apoi cablat.

T<sub>2</sub> — tipul de ancolare ;

160/150 numărul de spire la 1 m de lungime în sensul Z și apoi S.

Firul se livrează în bobine cu diametrul de la 24 la 31 cm în saci de polietilenă sau cutii metalice.

**Firul Roving.** Cunoscut și sub denumirea de stratifil. Este o grupare de fire elementare paralele (nerăsucite) cu filamentul elementar de la 7 la 13 μ și ancolare compatibilă cu folosirea rășinilor poliesterice. Prin notație un ansamblu nerăsucit se notează cu zero (0).

E.S.10—400—0—63 P<sub>3</sub>

E — tipul de sticlă, S — procedeul de fabricație, 10 — grosimea filamentului elementar 400 — titlul firului în decitecși ;

0 — ansamblare nerăsucită de 60 de fire (strenduri)

P<sub>3</sub> — modul de tratare (apretare).

Firul roving are în principal următoarele destinații :

- roving pentru tocat destinat armării poliesterilor ;

- roving fir destinat armării tuburilor din poliesteri ;

- roving fir destinat țesăturilor pentru diferite utilități industriale ;

- roving destinat executării de împîslituri de tip mat cu greutatea de la 400 la 900 g/m<sup>2</sup>.

### 15.3. Producerea firelor de sticlă (vată) prin procedee centrifugale și mixte

Aceste produse sînt cunoscute curent sub denumirea de vată de sticlă. Ele sînt o aglomerare de filamente elementare scurte cu diametrele cuprinse între 14 și 25  $\mu$ .

#### 15.3.1. Producerea vatei prin centrifugare cu un disc

Primele fabricații de acest gen, fig. 15.6, a au apărut în anul 1931. Sticla are compoziția obișnuită sticlelor de construcție, iar topitura sub forma unui jet continuu 1 cade pe un disc refractar prevăzut cu nervuri pe suprafața sa, de contact cu sticla rotindu-se odată cu o oală metalică (centrifugator) 4. Turația oalei împreună cu discul este cuprinsă între 3 000 și 4 000 rot/min. Discul este în permanență încălzit prin încălzitoare speciale sau direct din cuptor. Firele care iau naștere se izbesc de toba rece 3 și sînt atrase de depresiunea făcută de elicea 5 către evacuare.

Acționarea centrifugatorului se face prin arborele 6 pus în mișcare de un motor electric cu curele de transmisie. Toată mașina este stabilă pe șasiul 7.

Producția zilnică obținută este de maximum 1 500 kg/24 ore iar grosimea firului elementar în jurul a 25  $\mu$ .

Firele obținute sînt destinate exclusiv izolațiilor termice și fonice. Sistemul continuă să existe în unități mici punînd în valoare cioburile rezultate din alte fabricații (geamuri, ambalaje sticlă).

#### 15.3.2. Centrifugarea pe mașini cu discuri în trepte

O etapă de dezvoltare a acestei tehnologii o reprezintă centrifugarea în trepte pe discuri metalice.

Așa cum se vede din fig. 15.6, b, topitura de sticlă din cuptorul 1 curge prin jgheabul metalic 2 pe discurile dispuse în rotație 3 ale mașinii de centrifugat. Mașina are 3 discuri dispuse ca în figură cu turații diferite. Primul disc din oțel refractar cu diametrul de 250 mm are o turație de aproximativ 2 800 rot/min. Discul al doilea are o turație mai ridicată 4 000 rot/min, iar discul al treilea se recomandă să atingă turații pînă la 6 000 rot/min. Puterea utilizată este în jurul a 10 kW. Durata de funcționare a unui disc este 7—10 zile, după care se înlocuiește cămașa lui exterioară. Lagărele ce suportă discurile au răcire cu apă.

Mașina poate să producă 10—15 t/24 de ore fire de sticlă cu diametrul de 25—30  $\mu$ , firul fiind de obicei mai scurt ca la centrifugarea pe un singur disc.

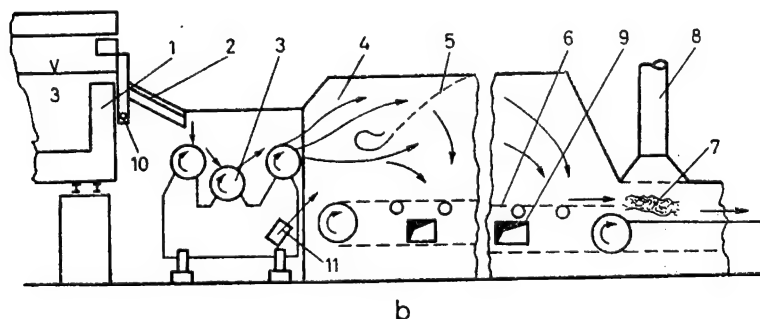
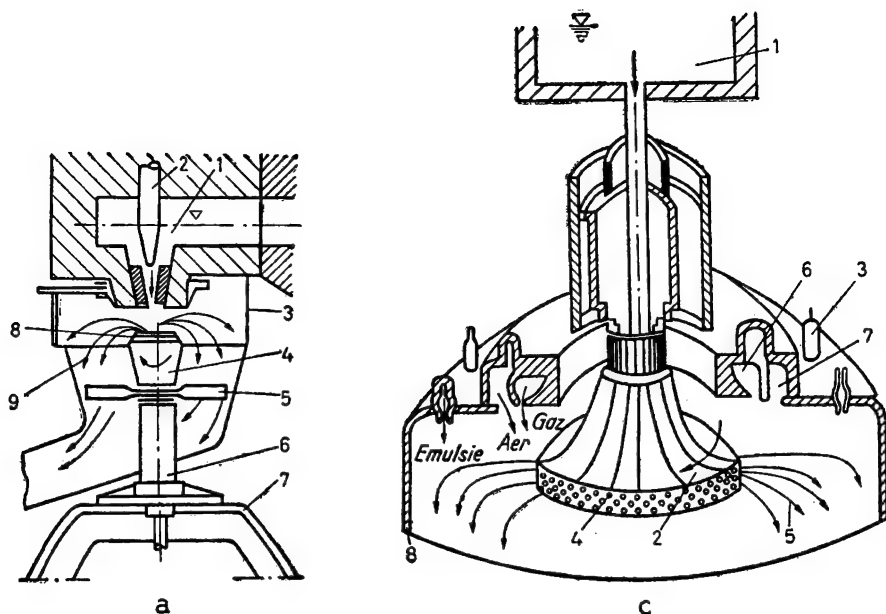


Fig. 15.6. Producerea vatei prin centrifugarea pe un disc (a):  
 1 — topitură; 2 — con de închidere; 3 — tobă răcită; 4 — centrifugă;  
 5 — elice; 6 — arbore vertical; 7 — șasiu; 8 — disc; b — producerea  
 vatei prin centrifugarea cu 3 discuri; 1 — cuptor de topire; 2 — igheab;  
 3 — mașina de centrifugat; 4 — cameră de sedimentare; 5 — ecarne  
 colector picături reci; 6 — bandă transportoare metalică; 7 — covor de vată;  
 8 — exhaustoare; 9 — guri de absorbție; 10 — circulație apă; 11 — injec-  
 ție de lichid (emulsie din hidrolină); c — fabricarea vatei superfine prin  
 procedeul centrifugal (Tel): 1 — topitură; 2 — centrifugator; 3 — duze  
 de injecție; 4 — orificii laterale; 5 — vată de sticlă; 6 — gaz natural;  
 7 — aer combustie; 8 — tobă metalică.

Particulele de sticlă fibrilizate sînt expulzate în camera de sedimentare 4. Vata se depune aici pe transportorul metalic 6 executat din plăci articulate. Particulele grele, nefibrilizate (picături reci) sînt colectate de ecranul 5 care le evacuează în exterior cu ajutorul unui șnec transportor. Camera de sedimentare lucrează în ușor regim de depresiune realizat prin absorbția aerului prin gurile de absorbție 9, legate la un exhaustor dimensionat corespunzător. Prin duza 11 se injectează în interior sub presiune un lichid cu rol de agent de aliere, de obicei o emulsie de hidrolină. Vata de sticlă 7 sub forma unui covor continuu este scoasă afară către masa de preluare. O instalație de desprăfuire 8 asigură condiții de lucru corespunzătoare. Vata este apoi dirijată fie către mașini de cusut sau ambalată sub formă de produs brut în containere.

Prin acest procedeu distribuția procentuală pe grosimi a firelor de sticlă este următoarea :

Diametrul firului	Procent din total
26,6 $\mu$	2%
20 $\mu$	10%
13 $\mu$	34%
10 $\mu$	12%
6,6 $\mu$	22%
3,3 $\mu$	20%

Spre deosebire de procedeul anterior, unde se puteau folosi cioburi de sticlă, procedeul de centrifugare în trepte necesită o compoziție de sticlă adecvată procedului. Caracteristica generală a acesteia este creșterea conținutului de oxid de calciu și reducerea conținutului de bioxid de siliciu.

Rețetele diferiților producători sînt foarte variabile. În tabelul 15.2 se prezintă comparativ 3 compoziții utilizate la 3 mari producători din Europa.

### 15.3.3. Centrifugarea cu un disc în mediu gazos

Deoarece vata capătă domenii foarte diferite de utilizare, cercetările în domeniul fabricării vatei s-au extins. În ultima perioadă a fost pus în funcțiune industrială prima dată de firma „Saint Gobain“ (Franța) un nou procedeu de fabricare prin centrifugare în mediu gazos a vatei de sticlă (Procedeul Tel). Procedeul produce o vată de calitate superioară centrifugării prin celelalte procedee. Diametrul firului este cuprins între 2 și 16  $\mu$  și lungimea de 50—100 cm. Firul are un aspect mătăsos, cu calități deosebite de izolator. Greutatea volumetrică poate varia de la 5 la 15 kg/m<sup>3</sup>. Procedeul poate

Principalele rețete utilizate la fabricarea vatei de sticlă

Compoziție	R. D. Germană	R. F. Germania	Belgia
SiO <sub>2</sub>	53,90	72,73	75,70
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,46	0,59	2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,34	2,65	4,38
CaO	31,30	13,53	12,97
MgO	2,20	2,01	0,80
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,80	8,49	4,15

produce 6 t/24 ore și mașină. O asemenea mașină este prezentată în fig. 15.6, c.

Sticla utilizată are o compoziție adecvată (62,5% SiO<sub>2</sub>; 7% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 9,5% CaO, 5% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 16% R<sub>2</sub>O), și se topește într-un cuptor 1. Jetul de lichid curge printr-un tub refractar în interiorul centrifugei 2, care are o mișcare de rotație fiind prevăzută cu lagăre axiale. Prin orificiile 4 laterale șuvițele de sticlă sînt aruncate în interiorul tobei metalice 8 transformîndu-se în fire foarte subțiri de vată din sticlă. Prin arzătorul 7 se realizează o flacără în jet de aer care alungește firele 5 și le împinge către exterior. Simultan, prin duzele de injecție 3, se introduce un agent de ulei, de obicei un amestec de spirt fenolic și smoală lichidă. Turația centrifugei 2 poate ajunge la 3 000 rot/min, iar numărul de orificii 4 pînă la 6 000. Debitul de sticlă fibrilizat se poate regla acționînd asupra turației centrifugei, asupra viscozității sticlei și asupra grosimii stratului de sticlă din interiorul cupei centrifugei. Procesul de lucru și formare în interiorul tobei se desfășoară la o temperatură de 180—200°C. Presiunea coloanei de sticlă în centrifugă atinge 2,5—3,7 kgf/cm<sup>2</sup>. Diametrul orificiilor 4 variază de la 0,5 la 1 mm, iar presiunea în aceste orificii ajunge la 6 kgf/cm<sup>2</sup>.

Procedeul a fost perfecționat tehnic și cîștigă teren, putînd asigura o calitate deosebit de bună a vatei produse. Prețul este mai ridicat datorită prețului materiei prime cît și dificultăților tehnologice în exploatarea utilajului.

#### 15.3.4. Procedee mixte de fabricație

Datorită creșterii continue a utilizării materialelor de izolație, în tehnica mondială au fost concepute noi sisteme de producție a vatei de sticlă sau minerală prin procedee mixte sau combinate. În



majoritatea țărilor mari producătoare de materiale izolatoare din vată se aplică sistemul de producere al vatei prin tăierea și pulverizarea sticlei cu jet de abur sau abur sub presiune.

Principiul de lucru conform fig. 15.7 este următorul :

Sticla se topește într-un cuptor vană de unde printr-un canal 1 ajunge la filiera 2 prevăzută cu sita de control 4. Filiera 2 este înzi-

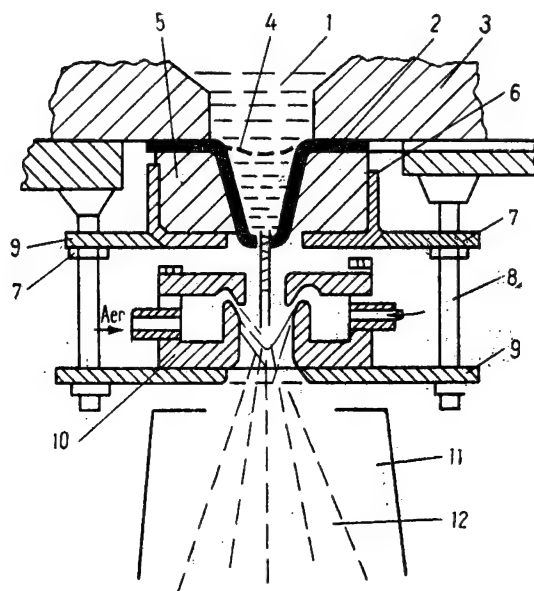


Fig. 15.7. Producerea vatei prin pulverizarea jetului de sticlă în abur sau aer :

1 — sticlă topită ; 2 — filieră ; 3 — zidărie de șamotă ;  
4 — filtru ecran ; 5 — izolație ; 6 — cornier de susținere ; 7, 8, 9 — bolțuri cu șuruburi de reglare ;  
10 — duze de aer comprimat ; 11 — difuzor.

dită într-o construcție de șamotă 3 și susținută prin profilele cornier 6. La partea inferioară filiera 2 este prevăzută cu orificii calibrate de 2,8—3,2 mm. Sita de reținere 4 are ochiul cu diametrul maxim de 0,2 mm. Jetul de sticlă cade liber din orificiile filierii și în drumul său este atacat de două jeturi puternice de aer comprimat sau abur, care îl dispersează în fragmente foarte mici. Aceste porțiuni filiforme de sticlă se transformă prin răcire în fire foarte subțiri de vată de sticlă 5 și își continuă drumul intrând în camera de sedimentare.

## **Controlul calității produselor, ambalarea și tehnica securității muncii la fasonarea și prelucrarea sticlei**

### **16.1. Controlul calității produselor**

Controlul calității se efectuează în conformitate cu prescripțiile standardelor sau normelor interne în vigoare, cum și a caietelor de sarcini. Aceste prescripții sînt diferențiate pe grupe de produse. Astfel la articolele de menaj se pune accent mai mare pe aspectul produselor, la ambalajele de sticlă (butelii, borcane, flacoane) se are în vedere mai mult capacitatea, dimensiunile și rezistența, iar la articolele tehnice, prescripțiile variază în funcție de domeniul de utilizare.

La articolele de mică serie controlul se face organoleptic prin observarea diferitelor defecțiuni și verificarea manuală cu diverse scule și șabloane. La articolele de serie mare (borcane, butelii, flacoane) se face un control vizual în fața ecranelor luminoase, iar planeitatea, rezistența mecanică (sau presiunea internă) și dimensiunile gurii produselor se verifică prin instalații automate montate pe benzile de transport ale articolelor. Sînt instalații automate și pentru controlul fisurilor pe principii optice și electronice, dar construcția lor complicată și domeniul de lucru foarte limitat determină mica lor utilizare.

La produsele din sticlă plană controlul calității se face tot diferențiat pe sortimente prin sondaje pe loturi și aprecierea optică globală a calității.

Geamurile trase care se produc în grosime de 2—6 mm se apreciază după următoarele criterii : toleranțe la grosime, calități optice și calități mecanice.

La geamurile pentru sectorul auto și fabricarea oglinzilor se face controlul calității optice a suprafeței prin metode fotometrice.

Caracteristicile mecanice se verifică prin metode destructive la impact, solicitare mecanică, rezistență la penetrație și rezistență la

uzura suprafeței. La oglinzi gradul de fiabilitate se verifică prin rezistența acestora în mediu salin sau sulfuros. În ultima perioadă se experimentează metode de control nedistructiv care folosesc raze  $\gamma$  sau raze X.

## 16.2. Ambalarea

Produsele finite care corespund prescripțiilor impuse prin standardele sau normele interne în vigoare, se ambalează în vederea asigurării integrității lor pe timpul transportului și al depozitării.

Articolele de menaj se ambalează în cutii de carton pliante, pe unul sau mai multe niveluri, despărțite între ele prin separatoare tip fagure, iar între niveluri cu separatoare orizontale. Unele articole se ambalează în cutii de prezentare, care sînt prevăzute pe una sau două laturi cu foaie de masă plastică transparentă pentru observarea produselor. Flacoanele mai mici, de asemenea, se ambalează în cutii de carton pliante.

Articolele de serie mare (flacoane, butelii, borcane) se ambalează prin paletizare, utilizîndu-se instalații automate pentru ridicarea produselor de pe masa de sortat și așezarea lor ordonată pe tăvile

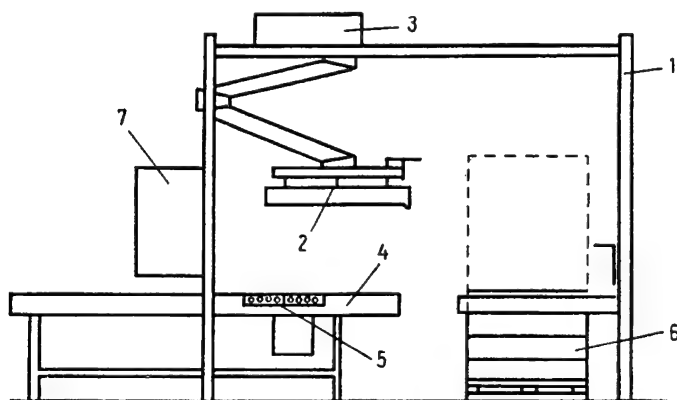


Fig. 16.1. Schema de funcționare a instalației de paletizare :  
1 — scheletul metalic ; 2 — greiferul ; 3 — caruciorul ; 4 — masa de centralizare a produselor ; 5 — tabloul de comandă ; 6 — paleta cu suportul de ghidare a produselor ; 7 — dulapul de automatizare.

etajate ale paletelor. O astfel de instalație este cea prevăzută în fig. 16.1. Modul de lucru este următorul : capul de greifer coboară asupra produselor (circa 300 buc.) de pe masa de sortat, intrînd fur-

tunurile între gurile produselor, sub buză. Prin umflare furtunurile strâng produsele. Greiferul se ridică cu produsele prinse și se deplasează pe bara orizontală pînă deasupra paletei, unde prin evacuarea aerului din furtun eliberează produsele pe tava paletei.

După ce paleta este completată, se îmbracă pînă la bază într-o folie de polietilenă termocontractibilă și se transportă cu motostivuitorul la cuptorul de termicontracție (fig. 16.2), unde este depusă pe banda acestuia.

Cînd cuptorul a atins temperatura de lucru 210—240°C, se deschid ușile glisante, iar banda transportă paleta în camera de tratament, după care ușile se închid.

Timp de 20—40 s folia se încălzește, apoi ușile se deschid din nou și banda transportă paleta afară. Prin răcire folia se contractă și se fixează pe încărcătura paletei. Dimensiunile paletei sînt de 1 200/800 mm, iar înălțimea încărcăturii de circa 1 700 mm. Grosimea foliei utilizate este de 0,11—0,15 mm.

Ambalarea geamurilor plane se face în conformitate cu STAS 5159/68. De obicei, ambalarea se face în lăzi din lemn în care se introduc pachetele de geamuri cuprinzînd 50—75—100 m<sup>2</sup> pe ladă. Foile de geam se separă între ele cu foi de hîrtie acidă pe întreaga suprafață. Între pereții lăzilor și pachetul de geam se introduc materiale de amortizare în grosime de 2—4 cm (de obicei talaș sau polistiren expandat). În ultima perioadă s-a trecut foarte mult la creșterea capacității pe ladă și prevederea acestuia cu un suport care să îi permită descărcarea și manipularea cu moto sau electrostivuitor.

În paralel s-a trecut la livrarea directă a geamului în vrac pe suporturi metalici. Geamurile securizate se livrează de obicei în containere speciale sau în cutii de carton.

La livrările care se fac pe cale maritimă, pachetul de geam se etanșează într-un plic de hîrtie cerată sau parafinată, cu scopul de a se feri de umezeală. Lăzile se vor feri de răsturnare, avînd marcată poziția normală de așezare.

Depozitarea lor se va face în locuri uscate și acoperite.

Pentru transportul produselor atît între secțiunile întreprinderii cît și de la producător la beneficiar se utilizează și containerele. Produsele ambalate prin paletizare sau cutii și containerizare, sînt transportate cu ajutorul electro sau motostivuitoarelor în depozite sau mijloacele de expediție. În depozite paletele și containerele sînt așezate în stive de 4—6 m înălțime. La întreprinderile moderne profilate pe un sortiment mai limitat, s-au adoptat sisteme de depozitare a pachetelor pînă la înălțimea de 12—13 m. Paletele cu folii termocontractote pot fi depozitate și în locuri descoperite. Avantajele paletizării sînt multiple, de aceea se tinde spre generalizarea lor.

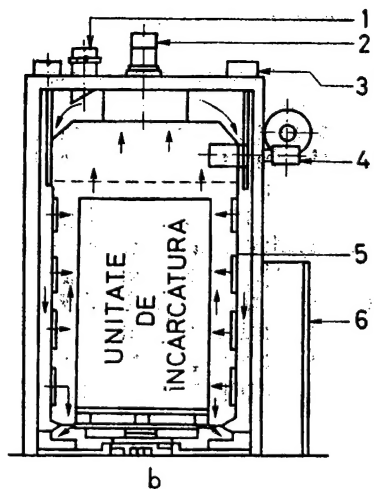
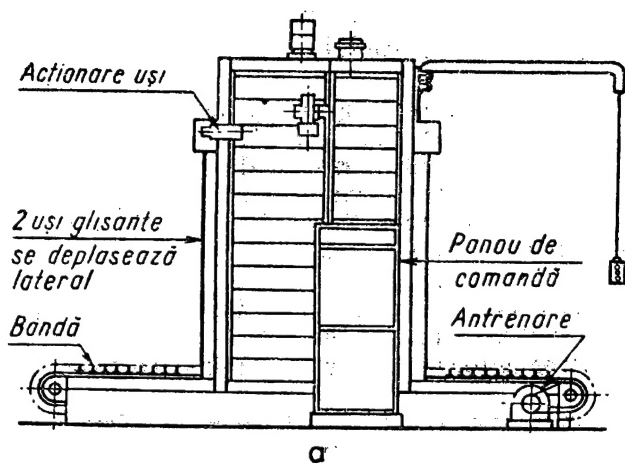


Fig. 16.2. Cuptorul de termocontracție a foliilor de paletizare :

a — vedere ; b — secțiune transversală ; 1 — aspirație ;  
 2 — arzător ; 3 — elemente de încălzire ; 4 — ventilator ;  
 5 — gură de suflare ; 6 — tablou de comandă și programare.

### 16.3. Tehnica securității muncii la fasonarea și prelucrarea sticlei

Condițiile grele de muncă specifice fasonării și prelucrării sticlei determinate de temperaturi ridicate, radiații luminoase, degajări de fum și alte noxe, nivel ridicat de zgomot și manipulare de obiecte tăioase, impun preocuparea pentru asigurarea securității muncii prin aplicarea de măsuri tehnice, organizatorice și de protecție individuală la locul de muncă.

Aceste măsuri se referă la :

- efectuarea cu regularitate a instructajului de protecția muncii, în conformitate cu regulamentele în vigoare ;
- respectarea întocmai a instrucțiunilor de folosire a mașinilor ;
- respectarea severă a instrucțiunilor de folosire a combustibilului precum și a celor de manipulare a cioburilor ;
- protejarea părților în mișcare a mașinilor prin paravane, pentru blocarea accesului în spațiile periculoase în timpul funcționării ;
- utilizarea perdelelor de apă la fasonarea manuală și semi-automată ;
- utilizarea duzelor de aer între perdea și gura de lucru ;
- montarea de ecrane izolante în jurul cuptoarelor de tratamente :
- utilizarea ventilației pentru evacuarea aerului cald și răcirăa matrițelor sau altor dispozitive ;
- utilizarea de mănuși de azbest și de diverse scule cu tijă lungă ce permit intervenția de la distanță, pentru rezolvarea defecțiunilor de întreținere la cald ;
- utilizarea hotelor cu exhaustare deasupra arzătoarelor de prelucrare la flacără, la lustruirea chimică, argintarea termoselor, prepararea coloranților, sablaj, decorarea prin sprițuire, matizare și lipirea plăcilor de protecție pe discurile de șlefuire ;
- verificarea tuturor sculelor înainte de începerea lucrului pentru a nu se folosi scule defecte, pietre abrazive fisurate și a nu se introduce la șlefuire sau sculptare articole cu fisuri.

## Bibliografie

1. Baltă, P., *Tehnologia sticlei*. Editura didactică și pedagogică, București, 1966.
2. Chiaburu, E. și Chiaburu, C., *Tehnologia sticlei*. Editura didactică și pedagogică, București, 1966.
3. Giegerich și Trier. *Glasmachinen*. Springer Verlag, Berlin, 1966.
4. Getț, I., *Slifovka i polirovka stekla*. Izdatelstvo literaturf po stroitelstvu, Moscova, 1967.
5. Göerk, G., *Proistvostvo tianutovo listovo stekla*. Izdatelstvo literaturf po stroitelstvo, Moscova 1972.
6. Kacialov, N., *Tehnologhia şlifovki i polirovki listovo stekla*. Izdatelstvo Akademii Nauk S.S.S.R. Moscova 1958.
7. Lupu, A. și Heller, N., *Călăuza sticlarului*. Centrul de documentare și publicații tehnice, M.I.U. 1970.
8. Moraru, E., *Tehnologia sticlei*, Editura didactică și pedagogică, București, 1963.
9. Piganiol, P., *Les industries verrieres*. Editura Dunod. Paris, 1966.
10. Scumpu, I. și Petrescu, C., *Călăuza sticlarului*. Editura tehnică, București 1954.
11. Schultze, E., *Die Hohlglasindustrie der Zukunft unter martmassigen technischen und gesellschafts-politischen Aspekten*. Glasstechnische Berichte, 1973, 5, p. 71—83.

**EDITURA TEHNICĂ**

---



ÎN CURS DE APARIȚIE :

**A. Ștefănescu-Goangă**

INDRUMĂTOR DE LABORATOR PENTRU  
MATERIALE DE CONSTRUCȚII

**I. Teoreanu și N. Ciocșa**

LIANȚI, MASE ȘI BETOANE REFRAC-  
TARE

**V. Moldovan**

ADITIVI ÎN BETOANE

**M. A. Neville**

PROPRIETĂȚILE BETONULUI (trad. din  
l. engleză)